bvj

MAX

2 B

VMBO-KGT

Biologie voor jou

NAAM EN KLAS:

MALMBERG

bvj

2 VMBO-KGT deel B

Biologie voor jou

Biologie voor de onderbouw

Eindredactie
Lineke Pijnappels

Auteurs
Arteunis Bos
Nicolien Dijkstra
Michiel Kelder
Judith Korhorn
Rob Melchers

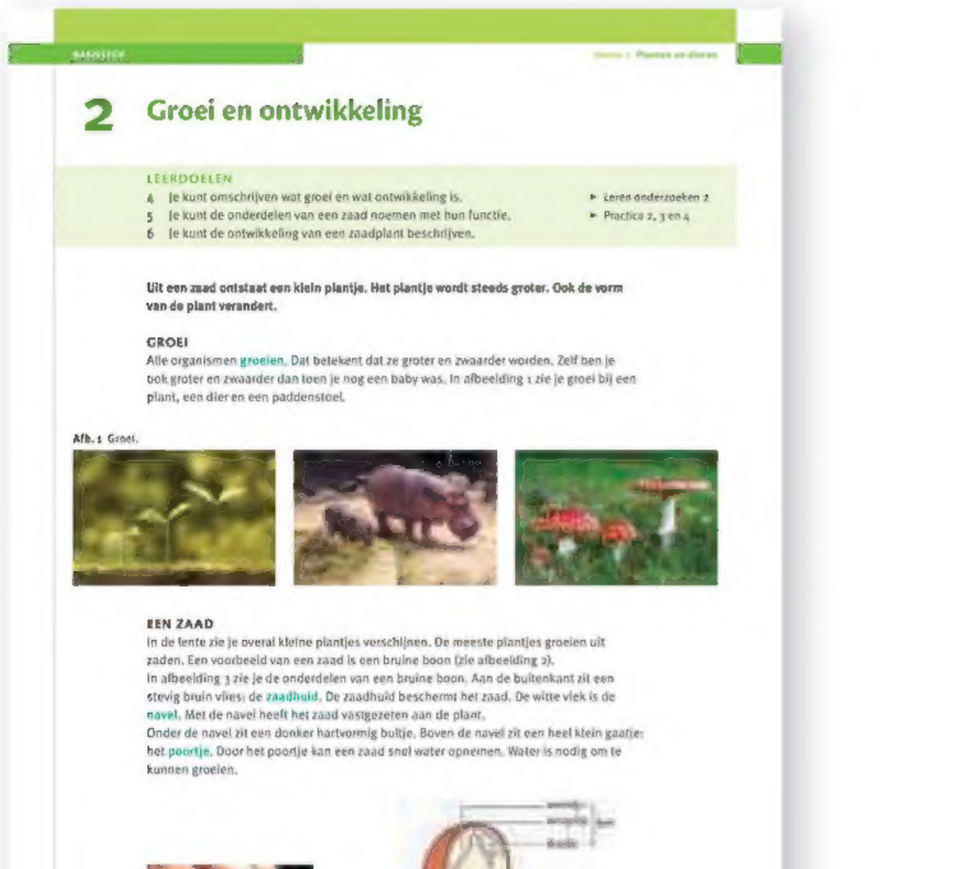
Met medewerking van
Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee

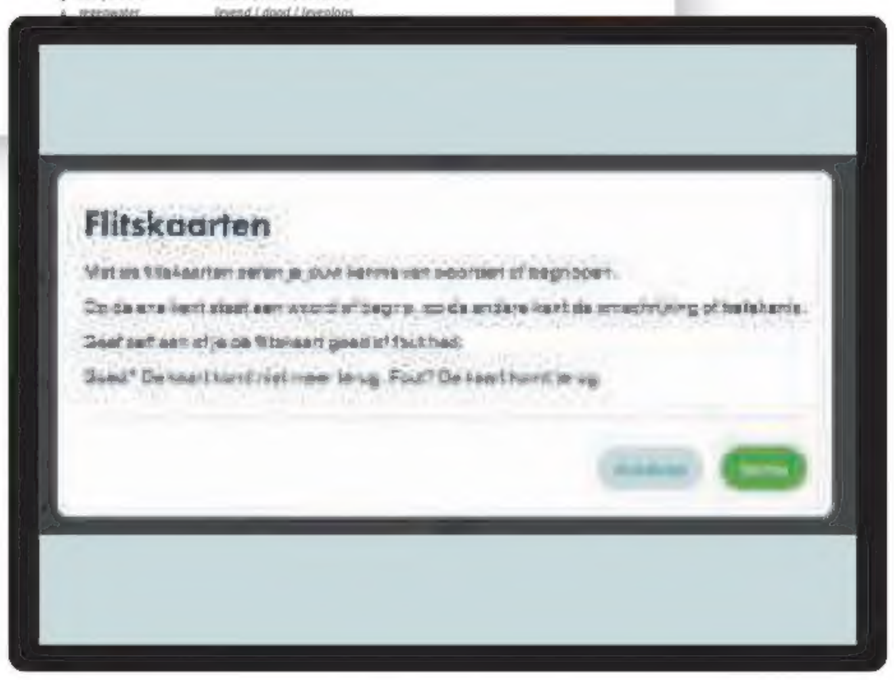
MAX Release 2020

www.biologievoorjou.nl
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met *Biologie voor jou*

Biologie is overal om je heen. Met *Biologie voor jou* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken! Je leert waar het vak biologie om draait, waarom het basisstof is en wat je ermee kunt.





Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek.
Elk thema is verdeeld in basisstof, extra stof, onderzoek en afsluiting. Vooraan staat steeds met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren. De extra stof maak je als je meer wilt weten, nieuwsgierig bent of tijd over hebt. In het onderdeel onderzoek leer je onderzoeken en ga je met practica aan de slag.

Voordelen van online

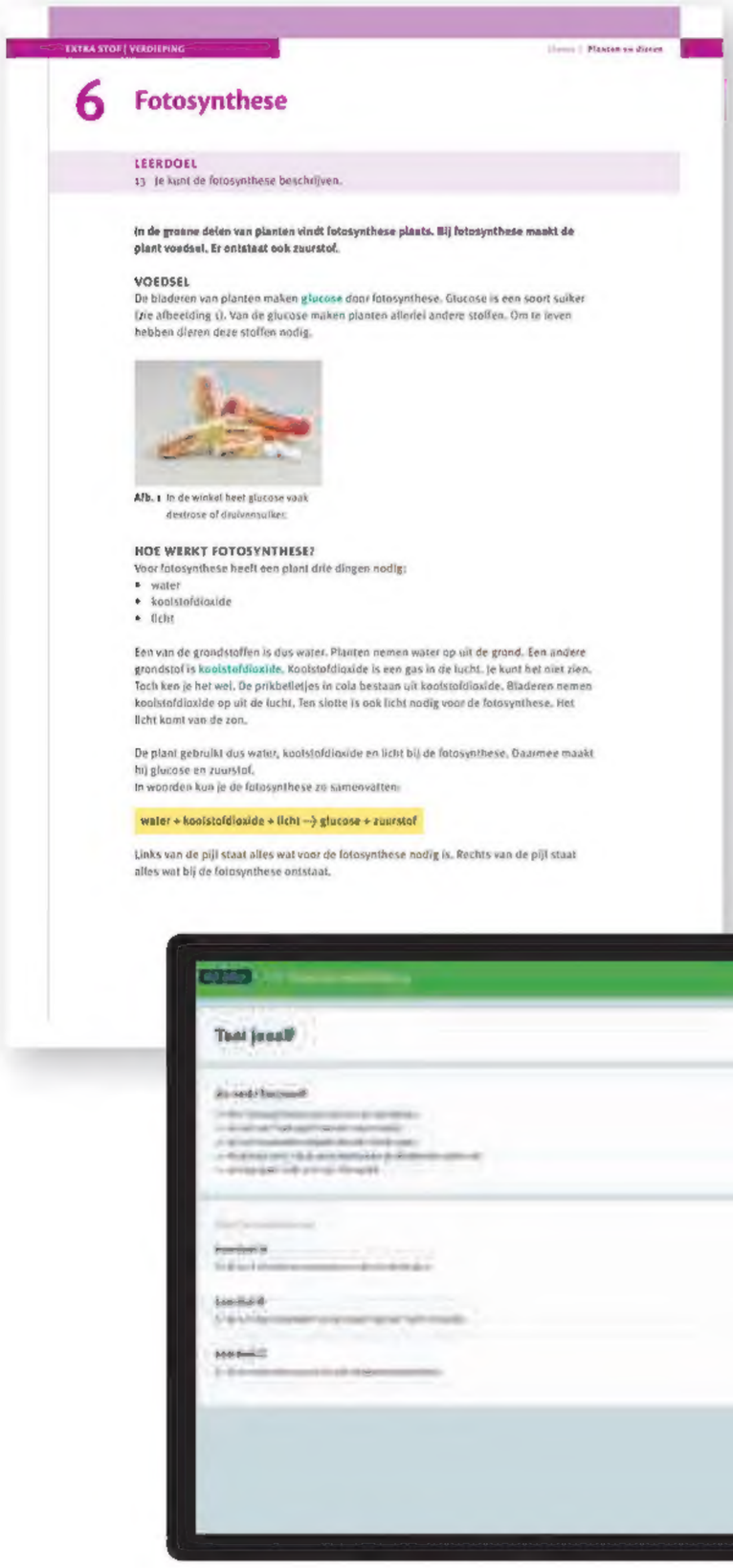
- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties die bij de theorie aansluiten.
- Je leert de begrippen en overhoort jezelf met de flitskaarten.
- Je meet of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets of diagnostische toets.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.

Samenhang

Aan het einde van elke basisstof én na alle basisstoffen is er een onderdeel samenhang. Deze staan in een oranje kader. Met de samenhang ontdek je hoe de leerstof van belang is in de wereld om je heen. Ook leer je verbanden te zien tussen de informatie uit verschillende basisstoffen.

Goede voorbereiding op de toets!

Een thema eindigt met een afsluiting (samenvatting). In de online leeromgeving vind je hier ook **flitskaarten** voor het leren van alle begrippen en er is een **diagnostische toets**. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de **test jezelf** of **oefentoets**.


EXTRA STOF | VERDIEPING

6 Fotosynthese

LEERDOEL
13 Je kunt de fotosynthese beschrijven.

In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats. Bij fotosynthese maakt de plant voedsel. Er ontstaat ook zuurstof.

VOEDSEL
De bladeren van planten maken glucose door fotosynthese. Glucose is een soort suiker (zie afbeelding 1). Van de glucose maken planten allerlei andere stoffen. Om te leven hebben dieren deze stoffen nodig.

Afb. 1 In de winkel heet glucose vaak dextrose of druivensuiker.

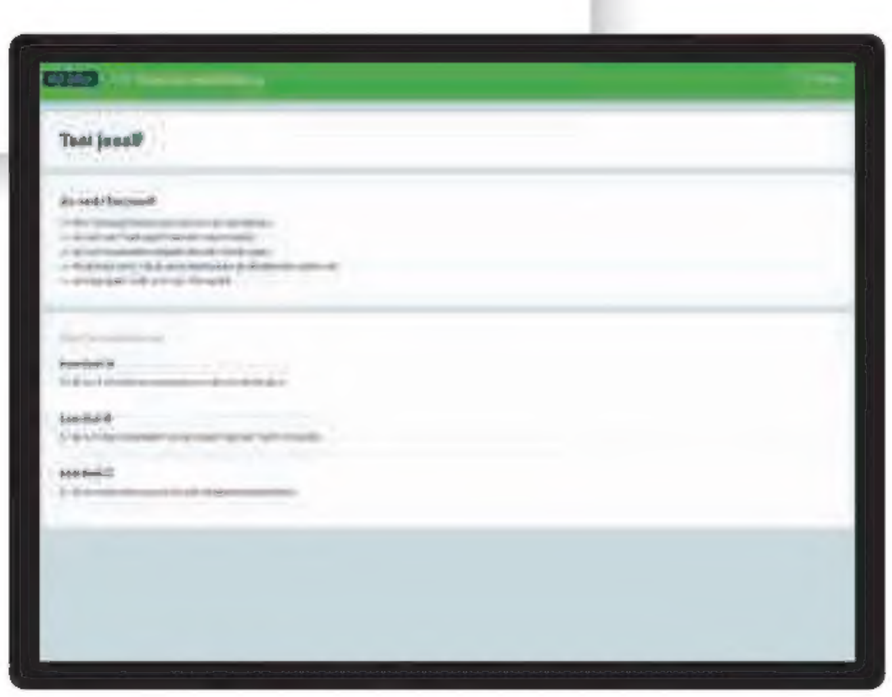
HOE WERKT FOTOSYNTHESE?
Voor fotosynthese heeft een plant drie dingen nodig:
- water
- koolstofdioxide
- licht

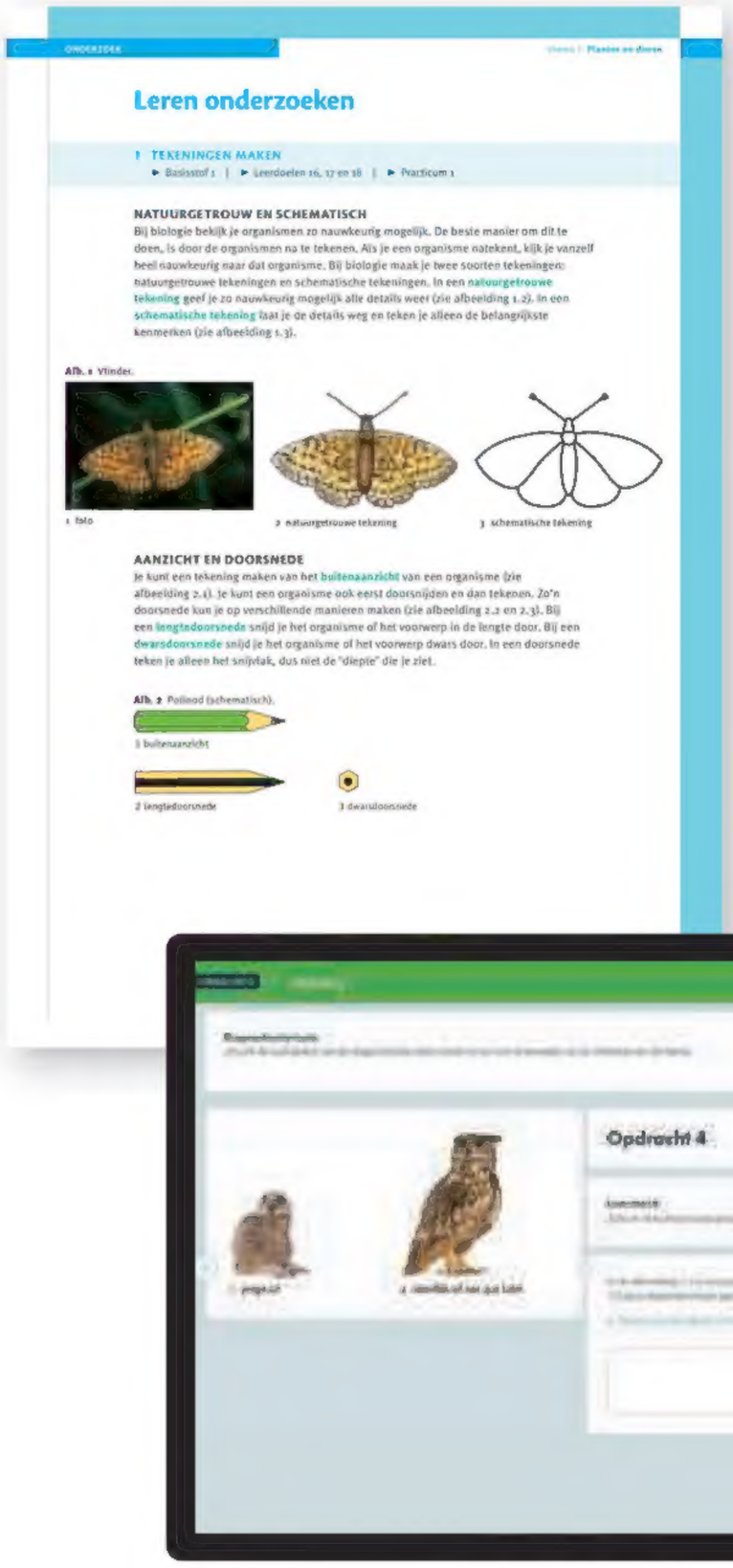
Een van de grondstoffen is dus water. Planten nemen water op uit de grond. Een andere grondstof is koolstofdioxide. Koolstofdioxide is een gas in de lucht. Je kunt het niet zien. Toch ken je het wel. De prikbelletjes in cola bestaan uit koolstofdioxide. Bladeren nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Ten slotte is ook licht nodig voor de fotosynthese. Het licht komt van de zon.

De plant gebruikt dus water, koolstofdioxide en licht bij de fotosynthese. Daarmee maakt hij glucose en zuurstof.
In woorden kun je de fotosynthese zo samenvatten:

water + koolstofdioxide + licht → glucose + zuurstof

Links van de pijl staat alles wat voor de fotosynthese nodig is. Rechts van de pijl staat alles wat bij de fotosynthese ontstaat.


Test jezelf


ONDERZOEK

Leren onderzoeken

1 TEKENINGEN MAKEN
▶ Basisstof 1 | ▶ Leerdoelen 16, 17 en 18 | ▶ Practicum 1

NATUURGETROUW EN SCHEMATISCH
Bij biologie bekijk je organismen zo nauwkeurig mogelijk. De beste manier om dit te doen, is door de organismen na te tekenen. Als je een organisme natekent, kijk je vanzelf heel nauwkeurig naar dat organisme. Bij biologie maak je twee soorten tekeningen: natuurgetrouwe tekeningen en schematische tekeningen. In een natuurgetrouwe tekening geef je zo nauwkeurig mogelijk alle details weer (zie afbeelding 1.2). In een schematische tekening laat je de details weg en teken je alleen de belangrijkste kenmerken (zie afbeelding 1.3).

Afb. 1 Vlinder.

1 foto 2 natuurgetrouwe tekening 3 schematische tekening

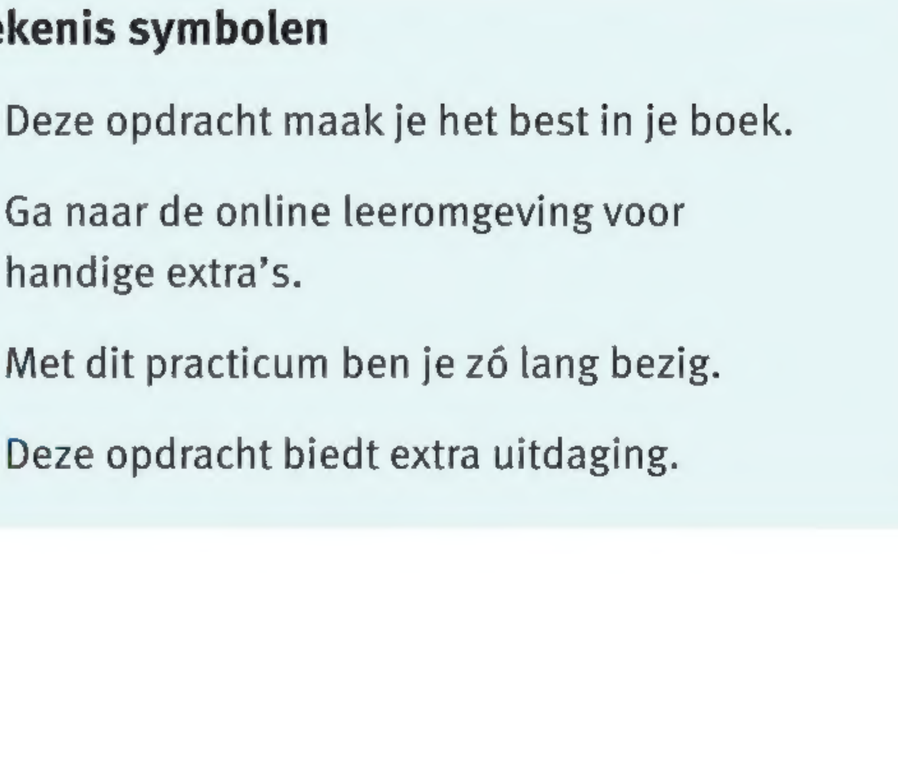
AANZICHT EN DOORSNEDE
Je kunt een tekening maken van het buitenaanzicht van een organisme (zie afbeelding 2.1). Je kunt een organisme ook eerst doorsnijden en dan tekenen. Zo'n doorsnede kun je op verschillende manieren maken (zie afbeelding 2.2 en 2.3). Bij een lengtedoorsnede snijd je het organisme of het voorwerp in de lengte door. Bij een dwarsdoorsnede snijd je het organisme of het voorwerp dwars door. In een doorsnede teken je alleen het snijvlak, dus niet de "diepte" die je ziet.

Afb. 2 Potlood (schematisch).

1 buitenaanzicht

2 lengtedoorsnede 3 dwarsdoorsnede

Test jezelf


Opdracht 4

Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

Deze opdracht maak je het best in je boek.

Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.

Met dit practicum ben je zó lang bezig.

Deze opdracht biedt extra uitdaging.

Inhoud

DEEL 2A

Thema 1
Verbranding en ademhaling

BASISSTOF
1 Verbranding
2 Het ademhalingsstelsel
3 Ademhalen
4 Gezonde longen
Samenhang:
Als een vis in het water

EXTRA STOF
5 Stofwisseling
6 Roken en blowen

ONDERZOEK
Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING
Samenvatting
Diagnostische toets

Thema 2
Voeding en vertering

BASISSTOF
1 Voedingsmiddelen
2 Voedingsstoffen
3 Het verteringsstelsel
4 De organen voor vertering
5 Gezonde voeding
Samenhang:
Maximaal presteren met minimaal gewicht

EXTRA STOF
6 Voedselbederf
7 Nadenken over eten

ONDERZOEK
Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING
Samenvatting
Diagnostische toets

Thema 3
De bloedsomloop

BASISSTOF
1 Bloed
2 De bloedsomloop
3 Het hart
4 Uitscheiding
5 Afweer
6 Gezond leven
Samenhang:
Het dodelijkste dier ter wereld

EXTRA STOF
7 Vaccinatie
8 Alcohol

ONDERZOEK
Leren onderzoeken
Practica

AFSLUITING
Samenvatting
Diagnostische toets

Inhoud

DEEL 2B

Thema 4 Seksualiteit en voortplanting

BASISSTOF

1 De puberteit 8
2 Een vrouw 18
3 Een man 28
4 Seks enzo 37
5 Veilig vrijen 48
6 Zwangerschap 62
Samenhang: 74
Paarse Vrijdag

EXTRA STOF

7 Meer voorbehoeds-middelen 78
8 De geboorte 82

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 87
Practica 92

AFSLUITING

Samenvatting 95
Diagnostische toets

Thema 5 Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF

1 Genotype en fenotype 104
2 Chromosomen 113
3 Variatie in genotypen 122
4 De evolutietheorie 132
5 Geschiedenis van het leven op aarde 143
Samenhang: 154
Ik zie, ik zie wat jij niet ziet

EXTRA STOF

6 Genen en eiwitten 159
7 DNA-technieken 162

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 169
Practica 171

AFSLUITING

Samenvatting 176
Diagnostische toets

Thema 6 Ecologie en duurzaamheid

BASISSTOF

1 Organismen en hun omgeving 182
2 Voedselrelaties 189
3 Samenleven 200
4 Natuurbeheer 208
5 Mens en milieu 217
6 Duurzaamheid 227
Samenhang: 236
Te veel van het goede

EXTRA STOF

7 Kringlopen 240
8 Voedselproductie 245

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 250
Practica 255

AFSLUITING

Samenvatting 266
Diagnostische toets

PROJECT

Zorgen voor de toekomst 272

Register 274
Colofon 276

4 Voortplanting en seksualiteit

Ongeveer na je 10e verjaardag begint je lichaam te veranderen. Seksualiteit gaat een rol spelen in je leven. Een jongen krijgt zijn eerste zaadlozing en een meisje wordt voor het eerst ongesteld.

BASISSTOF

1 De puberteit 8
2 Een vrouw 18
3 Een man 28
4 Seks enzo 37
5 Veilig vrijen 48
6 Zwangerschap 62
Samenhang 74
Paarse Vrijdag

EXTRA STOF

7 Meer voorbehoedsmiddelen 78
8 De geboorte 82

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 87
Practica 92

AFSLUITING

Samenvatting 95
Diagnostische toets

1 De puberteit

LEERDOELEN

1 Je kunt primaire en secundaire geslachtskenmerken noemen.
2 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

Mensen verschillen erg van elkaar. Mannen zien er meestal anders uit dan vrouwen, jongens anders dan meisjes. Maar ook tussen twee jongens of twee meisjes zijn er allerlei verschillen.

GESLACHTSKENMERKEN

Als een baby is geboren, zie je meestal meteen of het een jongetje of een meisje is. Dat noem je het **geslacht** of de **sekse** van de baby. De lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent, noem je **geslachtskenmerken**. De geslachtskenmerken die al bij de geboorte aanwezig zijn, heten **primaire geslachtskenmerken**. In afbeelding 1 zie je de primaire geslachtskenmerken:

- Een jongetje herken je aan zijn penis en zijn balzak.
- Een meisje herken je aan haar vulva (schaamlippen, clitoris en opening van de vagina).

Een enkele keer is aan de buitenkant niet meteen te zien of de baby een jongen of een meisje is. Dat gebeurt in Nederland gemiddeld één keer per week. De baby heeft dan zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken. Dit noem je **intersekse**. Soms blijkt pas in de puberteit dat een persoon intersekse is.

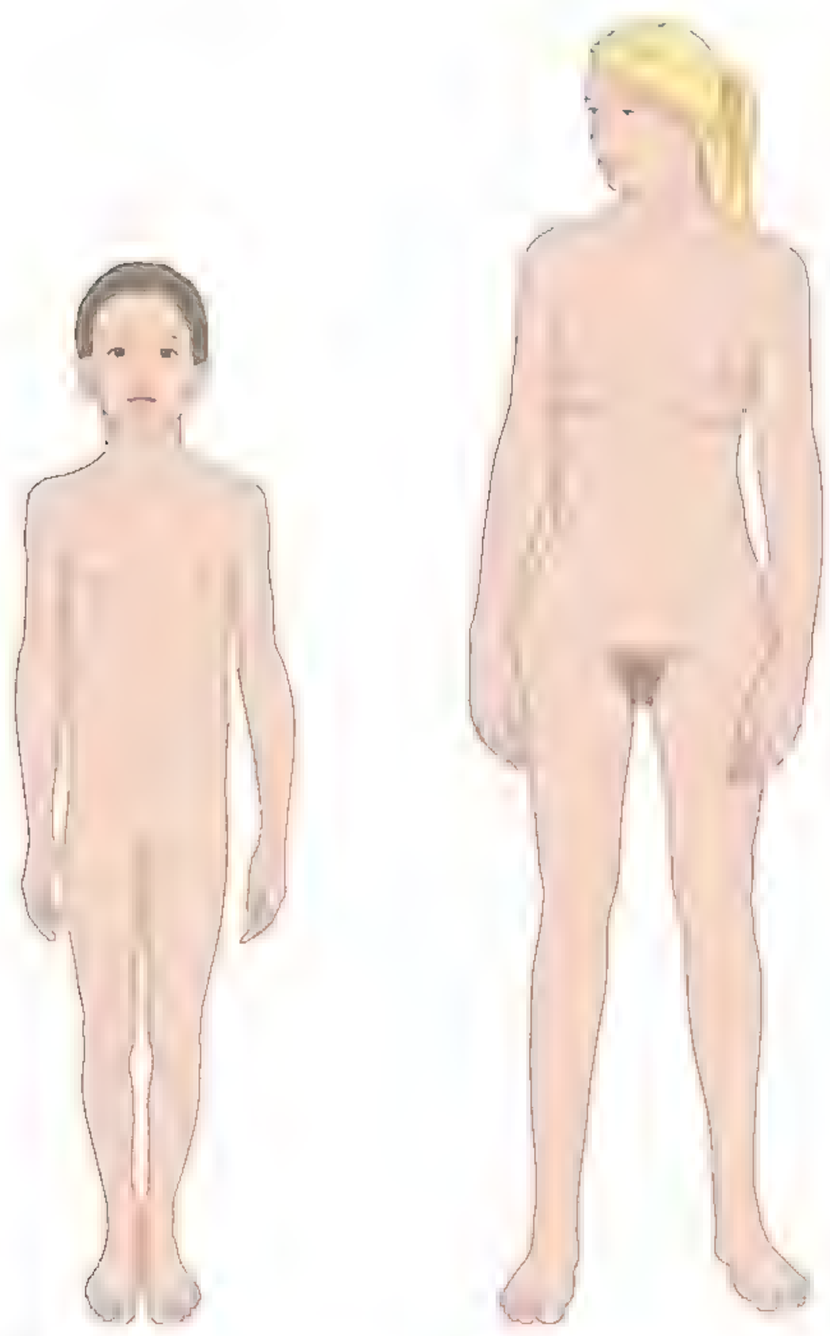
Ongeveer na je 10e verjaardag vinden er veranderingen in je lichaam plaats. Gemiddeld komen jongeren in hun 12e levensjaar in de **puberteit**. In de puberteit verander je lichamelijk, geestelijk en sociaal.

Afb. 1 Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.

LICHAMELIJKE VERANDERINGEN

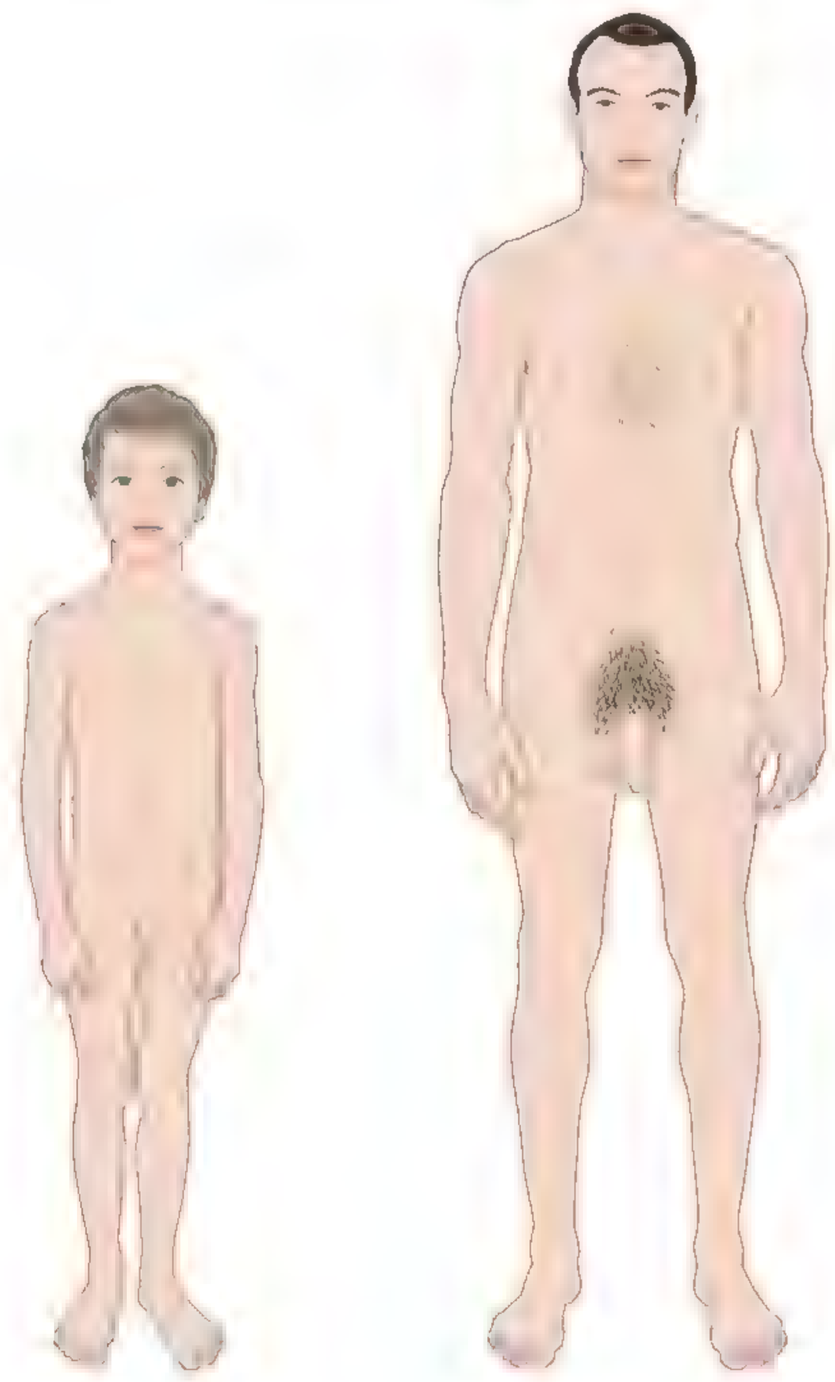
Sommige **lichamelijke veranderingen** kun je aan jezelf zien. Bijvoorbeeld dat je op ongeveer 12-jarige leeftijd snel begint te groeien (de groeispurt). Veel jongeren krijgen haar onder hun oksels (okselhaar) en rond hun geslachtsorganen (schaamhaar).
Andere lichamelijke veranderingen kun je niet aan jezelf zien. Bijvoorbeeld dat je voortplantingsorganen zich ontwikkelen in je lichaam.
De geslachtskenmerken die in de puberteit ontstaan, heten **secundaire geslachtskenmerken.** In afbeelding 2 zie je een vrouw die rondere lichaamsvormen heeft dan een meisje. De vrouw heeft in de puberteit borsten en bredere heupen gekregen.
In afbeelding 3 zie je de secundaire geslachtskenmerken bij een man. De volwassen man heeft een meer gespierde lichaamsbouw dan de jongen. In de puberteit heeft hij baardgroei en borsthaar gekregen. Ook is zijn stem lager geworden ('de baard in de keel'). Schaamhaar groeit in de puberteit zowel bij vrouwen als bij mannen. Omdat de vorm ervan verschilt, kun je het toch een (secundair) geslachtskenmerk noemen.

Afb. 2 Geslachtskenmerken bij een vrouw.



1 primaire geslachtskenmerken bij een meisje
2 secundaire geslachtskenmerken bij een vrouw

Afb. 3 Geslachtskenmerken bij een man.

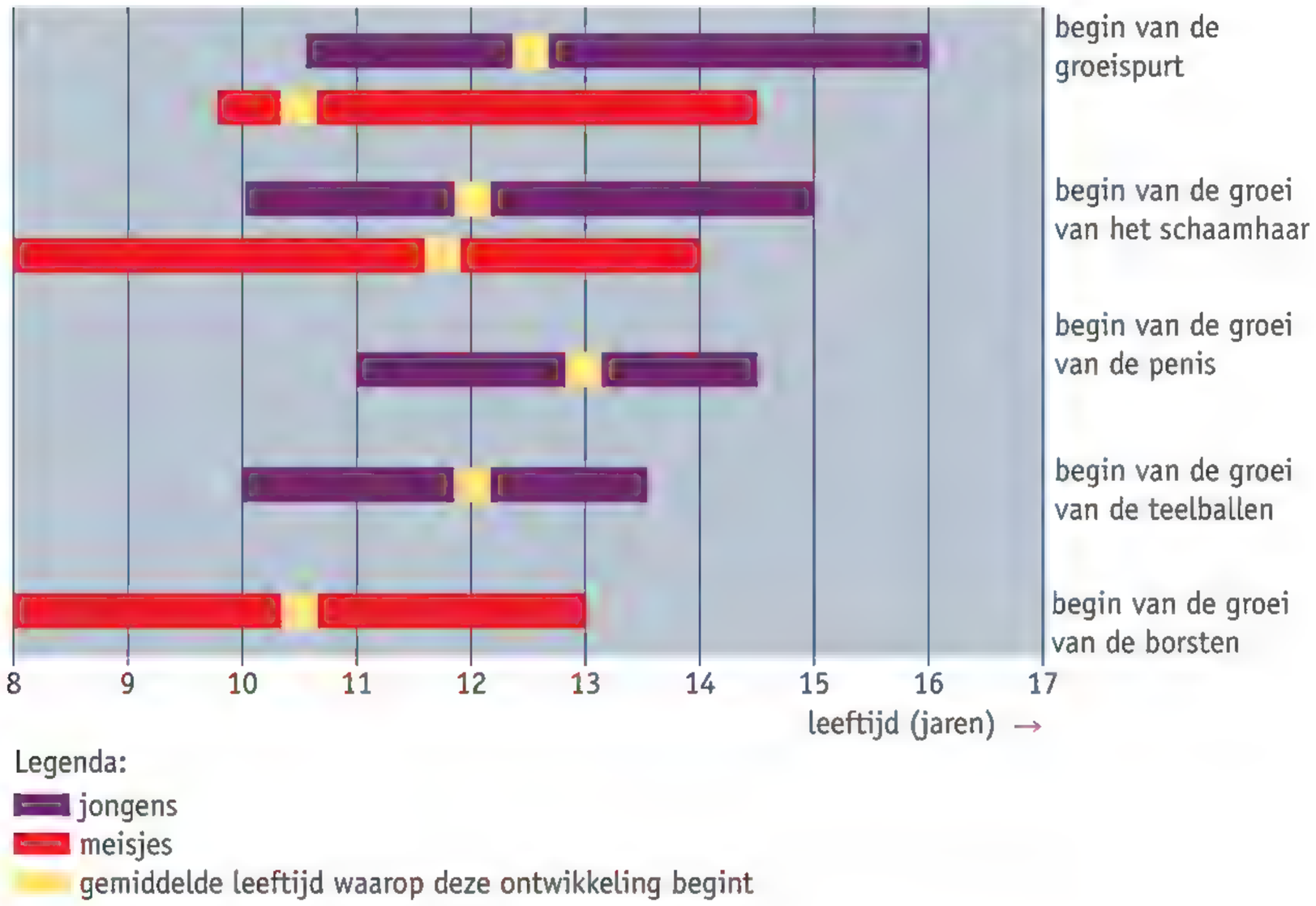


1 primaire geslachtskenmerken bij een jongen
2 secundaire geslachtskenmerken bij een man

JE EIGEN TEMPO, JE EIGEN LIJF

De lichamelijke veranderingen in de puberteit komen niet allemaal tegelijk. Sommige veranderingen komen vroeg in de puberteit, andere pas heel laat. Bij sommige mensen blijven sommige veranderingen (bijna) helemaal weg. Niet alle mannen krijgen bijvoorbeeld borsthaar en vrouwen krijgen niet altijd grote borsten of brede heupen. De secundaire geslachtskenmerken van mensen kunnen daardoor heel verschillend zijn.
In afbeelding 4 zie je op welke leeftijd bij jongens en meisjes een verandering kan beginnen. Je ziet dat deze leeftijd nogal kan verschillen. Iedere jongen en ieder meisje ontwikkelt zich in zijn of haar eigen tempo. Je hoeft je dus geen zorgen te maken als je 'laat' bent of juist 'vroeg'.

Afb. 4 Schema van de ontwikkeling van jongens en meisjes.



Ook het resultaat van de lichamelijke veranderingen is bij iedereen anders. De ene jongen krijgt een lange dunne penis, de andere een korte dikke. Sommige meisjes krijgen grote borsten, andere kleine. Bij veel vrouwen zijn de twee borsten niet precies even groot, en ook de grootte en de vorm van de tepels is bij iedereen anders. Sommige jongens krijgen overal haar, andere niet.
Hoe jouw lichaam zich ontwikkelt, is bijzonder en uniek. Niemand heeft hetzelfde lichaam als jij. In de media zie je soms 'perfecte' mensen. Die zijn niet echt. Vaak zijn ze opgemaakt door professionals of ze hebben hun lichaam laten veranderen, of hun foto's zijn bewerkt om ze 'mooier' te maken. Normale lijven zien er anders uit en zijn heel verschillend. Kijk maar eens goed rond in een zwembad. Iedereen is anders.

GEESTELIJKE VERANDERINGEN

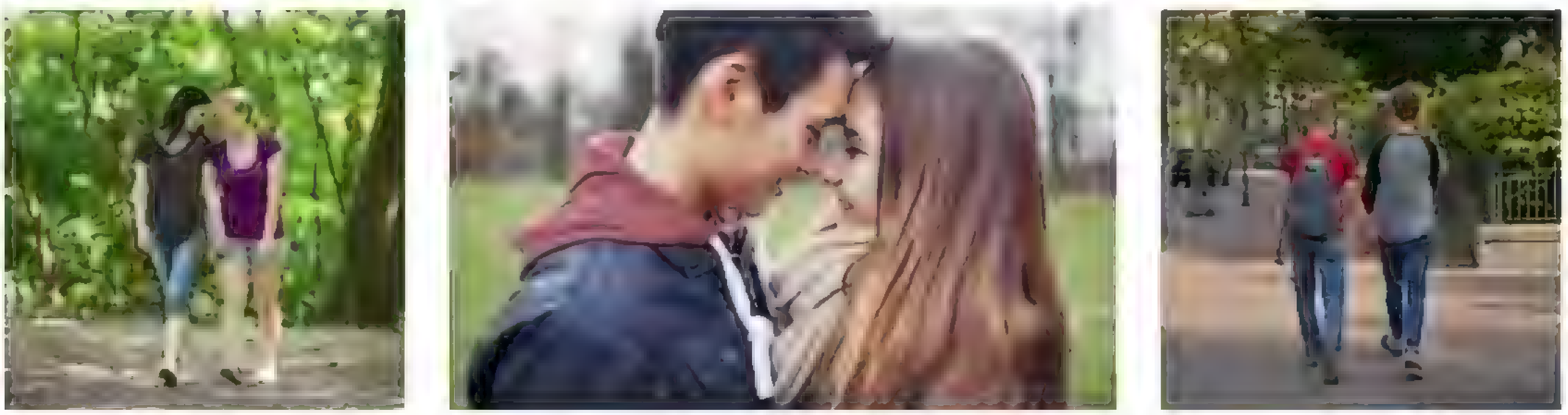
In de puberteit verander je ook **geestelijk.** Je wordt langzaam volwassen. Bij de een gaat dit wat sneller dan bij de ander. Gemiddeld worden meisjes eerder volwassen dan jongens. Bij geestelijke veranderingen horen je gedachten, je gevoelens, je zelfstandigheid en je sociale leven.

In de puberteit krijg je meer belangstelling voor andere mensen. Seksualiteit gaat een steeds belangrijkere rol spelen in je leven. Je voelt je misschien sterk aangetrokken tot één speciale persoon en wordt verliefd (zie afbeelding 5). Je probeert zijn of haar aandacht te trekken en extra aardig voor deze persoon te zijn. Als de ander ook verliefd wordt op jou, voel je je heel gelukkig. Je kunt dan een speciale relatie beginnen ('verkering').

Je verandert ook sociaal. In de puberteit ga je je anders opstellen tegenover je ouders. Je wilt niet meer als een kind worden behandeld. Soms word je om niks heel erg boos. Ook ga je anders om met je vrienden en vriendinnen. Had je vroeger misschien het liefst één goede vriend of vriendin, nu voel je je soms beter in een groepje.

De puberteit kan leuk en spannend zijn, maar je kunt je ook onzeker, eenzaam of verdrietig voelen. Deze gevoelens horen bij de puberteit. Als je ouder wordt, heb je er weer minder last van.

Afb. 5 Verliefd!



KENNIS

Bij de geboorte van een baby kun je meestal meteen zien of het een jongetje of een meisje is.

a Een penis en een vagina zijn ..... geslachtskenmerken.

b Wat zijn geslachtskenmerken bij een pasgeboren baby?

- ☐ A een balzak
- ☐ B een blauw shirt
- ☐ C lange nagels
- ☐ D schaamlippen
- ☐ E veel haar

c Soms is aan de buitenkant niet te zien of een baby een jongen of een meisje is. Als een baby mannelijke én vrouwelijke geslachtskenmerken heeft, noem je dit .....

In afbeelding 6 zie je een naakte man.

a Zet de juiste geslachtskenmerken bij de nummers 1 tot en met 6. Zet er tussen haakjes achter of het een primair (P) of secundair (S) geslachtskenmerk is.

b Zijn de volgende geslachtskenmerken van een meisje primaire of secundaire kenmerken?

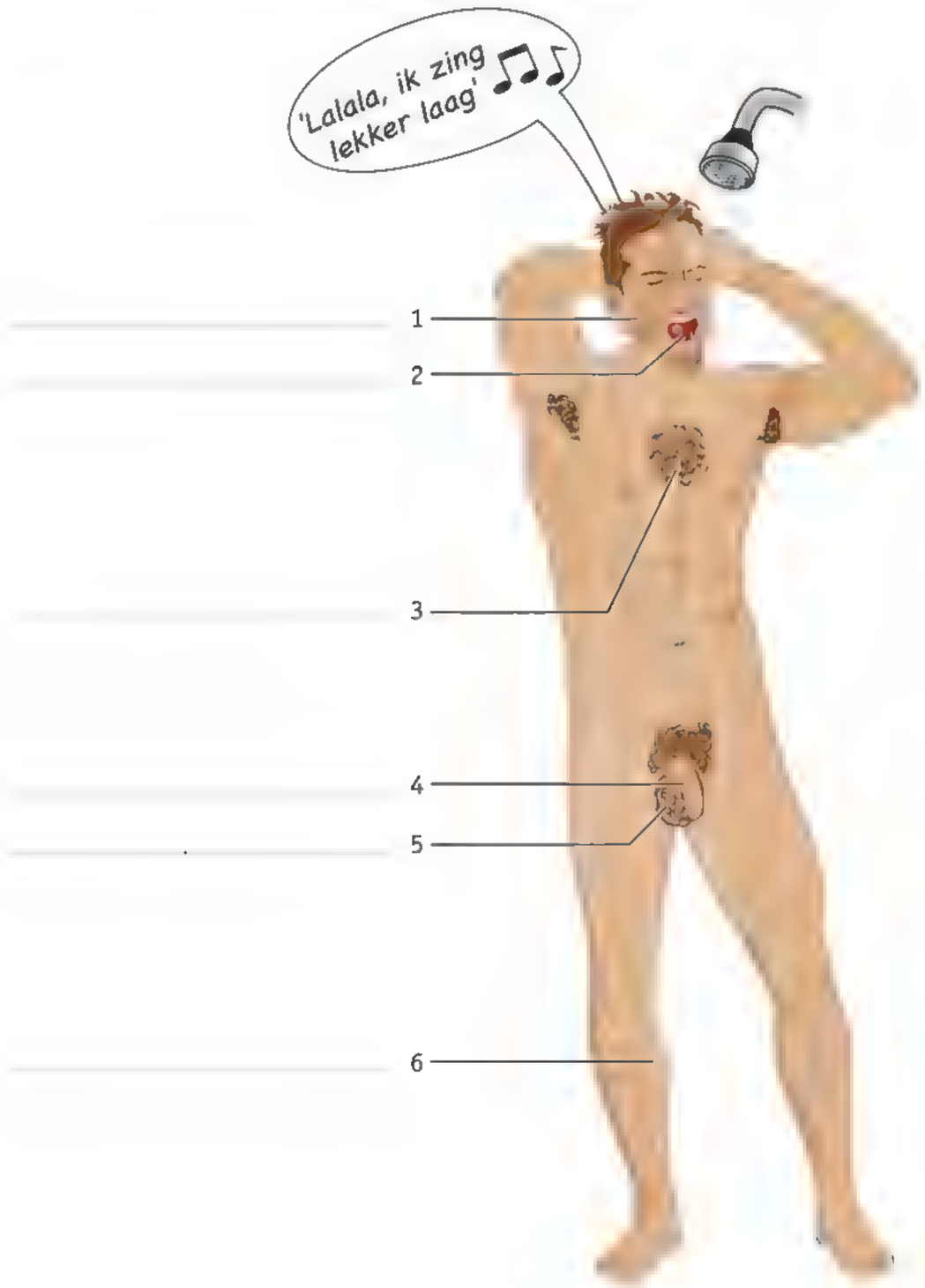
- borsten *primair / secundair*
- bredere heupen *primair / secundair*
- rondere lichaamsvormen *primair / secundair*
- schaamlippen *primair / secundair*
- vagina *primair / secundair*

c Welke twee lichamelijke ontwikkelingen komen in de puberteit zowel voor bij jongens als bij meisjes?

1 .....

2 .....

Afb. 6 Geslachtskenmerken van een man.



Gebruik bij deze vraag het schema van afbeelding 4.

a In welke periode kan bij meisjes de groei van borsten beginnen?

- ○ A 8 tot 13 jaar
- ○ B 9 tot 14 jaar
- ○ C 10 tot 15 jaar
- ○ D 11 tot 16 jaar

b Op welke leeftijd begint gemiddeld bij jongens de groei van de penis?

11 / 12 / 13 / 14 / 15 jaar

c Op welke leeftijd begint gemiddeld bij jongens de groei van het schaamhaar?
9 / 10 / 11 / 12 / 13 / 14 jaar

d In welke periode kan bij meisjes de groei van het schaamhaar beginnen?
- ○ A 8 tot 13 jaar
- ○ B 8 tot 14 jaar
- ○ C 10 tot 15 jaar
- ○ D 10 tot 16 jaar

e In de klas van Jolie zijn de meeste meisjes al ongesteld. Jolie maakt zich zorgen, want zij is nog niet ongesteld geweest. De schoolarts zegt dat Jolie zich geen zorgen hoeft te maken.
Leg uit waarom Jolie zich geen zorgen hoeft te maken.

.....

.....

.....

In de puberteit krijg je te maken met veel veranderingen: lichamelijke veranderingen, maar ook geestelijke veranderingen.

a Welk soort verandering is het?
- Bij een meisje ontwikkelen zich bredere heupen. *geestelijk / lichamelijk*
- Bilal wordt verliefd. *geestelijk / lichamelijk*
- De groeispurt begint. *geestelijk / lichamelijk*
- Floris wil niet meer als kind behandeld worden. *geestelijk / lichamelijk*
- Minh wordt zelfstandiger. *geestelijk / lichamelijk*
- Susan wordt boos zonder echte reden. *geestelijk / lichamelijk*

b Lees de tekst 'Bas' in afbeelding 7.
Wat is er bij Bas anders dan op de basisschool: zijn gedachten, zijn gevoelens, zijn zelfstandigheid of zijn sociale leven? Leg je antwoord uit.

.....

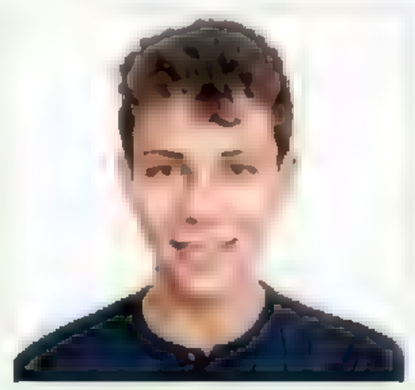
.....

.....

Afb. 7

Bas

'De meeste jongens in mijn klas hebben nog geen verkering, maar ik wel. Op de basisschool heb ik ook weleens verkering gehad, maar toen zaten we alleen af en toe naast elkaar en kletsten we wat. Nu ga ik met Julia, maar dat is heel anders. Ik vind haar echt superleuk en denk veel aan haar: we praten ook veel met elkaar en hebben al een paar keer gezoend.'



5

Samenvatting

- Leg uit wat primaire geslachtskenmerken zijn. Geef ook voorbeelden.
- Leg uit wat secundaire geslachtskenmerken zijn. Geef weer voorbeelden.
- Welke twee soorten veranderingen zijn er in de puberteit? Geef voorbeelden.

Primaire geslachtskenmerken:.....

.....

.....

.....

Secundaire geslachtskenmerken: .....

.....

.....

.....

Twee soorten veranderingen in de puberteit:

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

6

Tijdens de puberteit verander je geestelijk. Misschien ben je het vaker oneens met anderen. Je kunt het bijvoorbeeld moeilijk vinden om je ouders te gehoorzamen en wilt liever zelf beslissingen nemen. Dit kan lastig zijn voor jou en je ouders, maar het is een belangrijke stap op weg naar volwassenheid.
Waarom is het belangrijk dat je zelf beslissingen wilt nemen?

- ○ A Je krijgt hierdoor sneller een relatie.
- ○ B Je leert hierdoor discussies voeren.
- ○ C Je maakt hierdoor minder fouten.
- ○ D Je wordt hierdoor zelfstandiger.

Soms gaan jongens voordat zij in de puberteit komen al naar de sportschool, omdat ze graag grote spieren willen krijgen. Maar zelfs als ze veel sporten worden hun spieren niet even groot als bij volwassen mannen.

a Leg uit hoe het komt dat deze jongens nog geen grote spieren krijgen.

.....

.....

.....

b Waarom denk je dat de jongens grotere spieren willen krijgen?

.....

.....

Voor de puberteit kunnen kinderen ook verliefd worden, maar dan gaan ze nog geen seksuele relatie aan. Dat gebeurt pas tijdens en na de puberteit.

a Leg uit dat het biologisch gezien handig is dat mensen in de puberteit secundaire geslachtskenmerken krijgen en seksuele relaties aangaan.

.....

.....

.....

.....

b Welk secundair geslachtskenmerk van een vrouw is nodig om een baby te verzorgen?

.....

Bij veel dieren zie je duidelijke verschillen tussen mannetjes en vrouwtjes, bijvoorbeeld bij leeuwen (zie afbeelding 8). Met zijn lange, opvallende manen is een mannetjesleeuw erg indrukwekkend en kan hij andere mannetjes wegjagen.

a De mannetjesleeuw jaagt niet op prooidieren; dat doen de leeuwinnen. Zij hebben geen manen.
Leg uit dat het voor een leeuwin niet handig zou zijn om manen te hebben.

.....

.....

.....

b De Vikingen zijn een oud volk uit Scandinavië. Ze stonden erom bekend dat zij tijdens hun rooftochten hun baarden lieten staan (zie afbeelding 9).
Leg uit wat de overeenkomst is tussen de baard van een Viking en de manen van een leeuw.

.....

.....

.....

Afb. 8 Leeuw (links) en leeuwin (rechts).

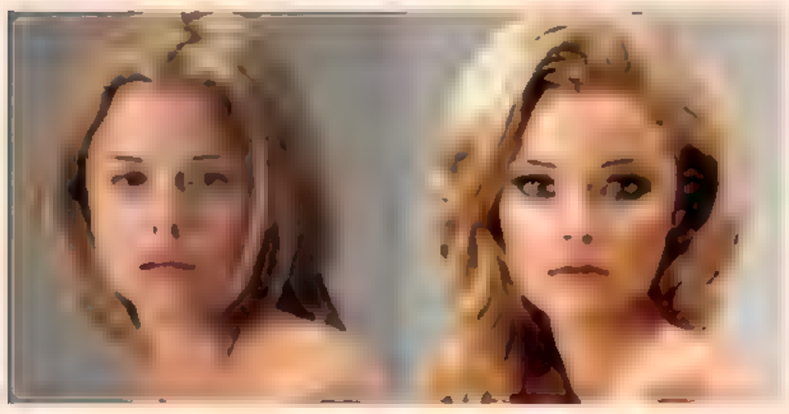
Afb. 9 Een Viking.

SAMENHANG leefwereld

JEZELF VERGELIJKEN MET IEMAND DIE GEFOTOSHOPT IS

Als jongere zie je in de media allerlei 'ideale' lichamen en gezichten van mannen en vrouwen. Sommige jongeren denken dan dat hun lichaam en gezicht er ook zo uit zou moeten zien. Maar de foto's in de media zijn niet erg realistisch. De modellen zijn opgemaakt door de beste schoonheidsspecialisten en de foto's zijn vaak bewerkt op de computer.
Professor Liesbeth Woertman deed hier onderzoek naar. Hieruit bleek dat jongeren die veel kijken naar beelden op televisie, internet en tijdschriften over uiterlijk, minder tevreden zijn met hun lichaam. Normale lijven zien er heel anders uit dan de modellen in de media. Kijk maar eens goed rond in een zwembad.
Liesbeth Woertman: 'Meisjes zijn gemiddeld iets gevoeliger voor het schoonheidsideaal dan jongens. Als een meisje of vrouw aan het schoonheidsideaal wil voldoen, zou ze nauwelijks meer kunnen eten, moet ze extreem veel bewegen en regelmatig door een plastisch chirurg aan zichzelf laten sleutelen.' Je kunt daarom maar beter ophouden jezelf te vergelijken met beelden die niets met de werkelijkheid te maken hebben.

Afb. 10 Fotoshop van een model.



1 in het echt 2 gefotoshopt

10 Lees de tekst 'Jezelf vergelijken met iemand die gefotoshopt is'.

a Welke verschillen zie je tussen de foto's 'voor en na' van de vrouw in afbeelding 10?

.....

.....

b Is het verstandig om jezelf te vergelijken met iemand waarvan de foto is aangepast? Leg je antwoord uit.

.....

.....

c Wat zou jij ervan vinden als jouw foto alleen aangepast in een tijdschrift zou kunnen komen?

.....

.....

.....

.....

d Vind jij dat dit soort foto's moeten worden gebruikt in media die bedoeld zijn voor jongeren?

.....

.....

.....

.....

.....

e Welk gevolg kunnen deze foto's hebben voor hoe je over jezelf denkt?

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Een vrouw

LEERDOELEN

3 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw noemen met hun functies en kenmerken.
4 Je kunt de menstruatiecyclus beschrijven.

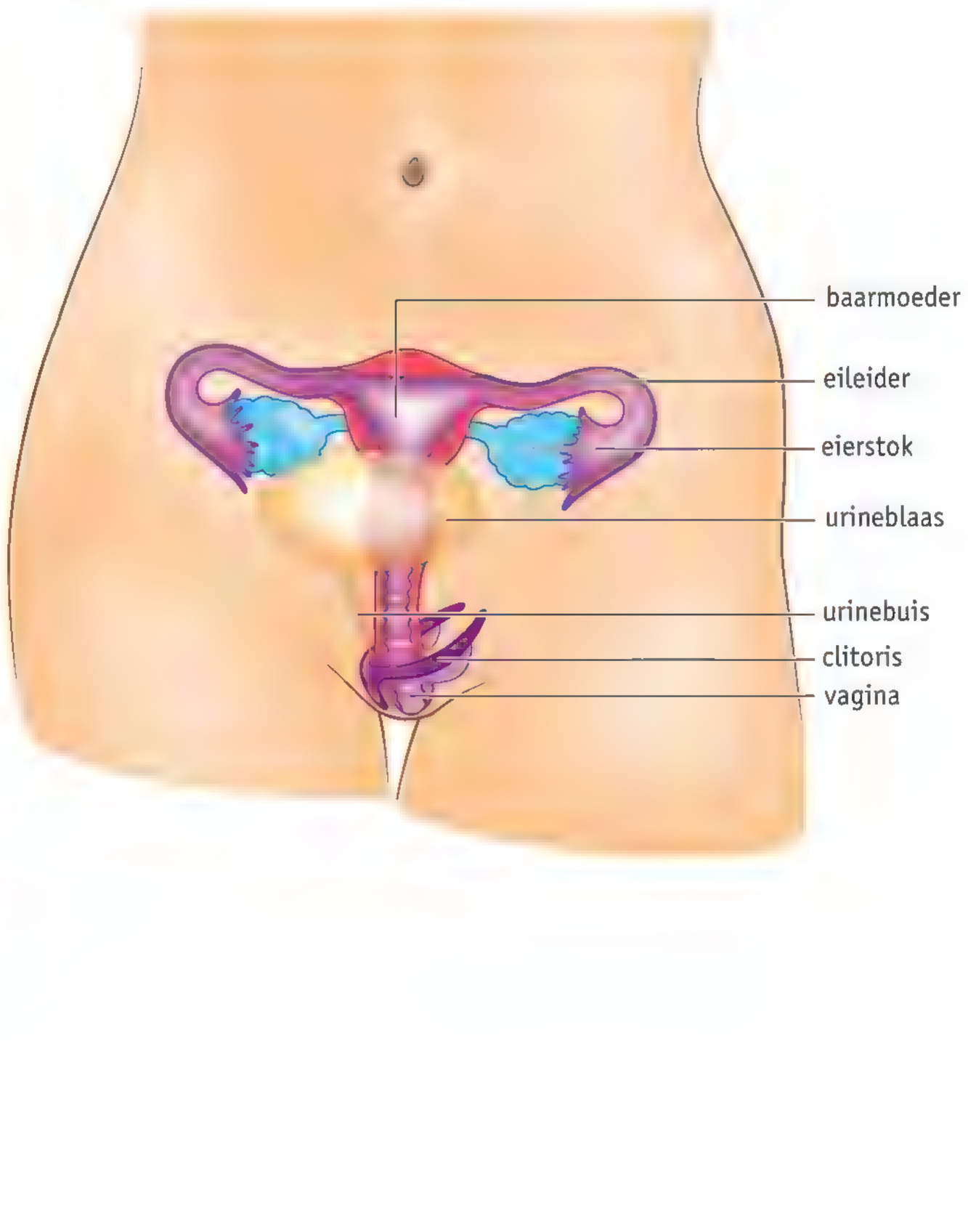
Van het voortplantingsstelsel van een vrouw is aan de buitenkant weinig te zien. Bij een vrouw liggen de meeste voortplantingsorganen in de buik.

BAARMOEDER EN EIERSTOKKEN

In afbeelding 1 zie je een naakte vrouw. De meeste organen van het voortplantingsstelsel liggen in de onderbuik, onder de navel (zie afbeelding 2).

Afb. 1

Afb. 2 Het voortplantingsstelsel van een vrouw (schematisch).

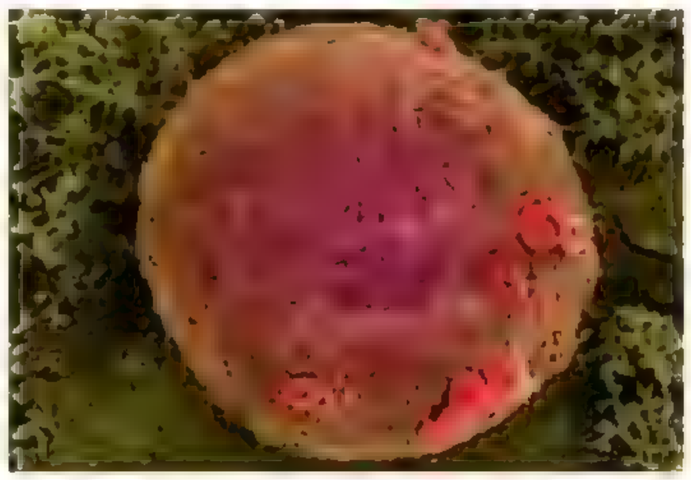


Een vrouw heeft een **baarmoeder** en **eierstokken**. In de baarmoeder groeit een baby als de vrouw zwanger is. In elke eierstok zitten honderdduizenden onrijpe eicellen. **Eicellen** zijn de vrouwelijke geslachtscellen. De onrijpe eicellen zijn al aanwezig vanaf de geboorte. Als een meisje in de puberteit komt, beginnen de onrijpe eicellen zich te ontwikkelen.
Vanaf de puberteit wordt ongeveer één keer per maand een eicel rijp. De rijpe eicel komt dan vrij uit een eierstok. Dit heet de **ovulatie** of **eisprong**. De **eileider** vervoert de eicel naar de baarmoeder. Een eicel blijft na de ovulatie maar twaalf tot vierentwintig uur in leven. Daarna sterft hij af. De resten worden opgenomen in het bloed. Dit gebeurt in een eileider.

Als de eicel na de ovulatie wordt bevrucht door een zaadcel van een man, kan hij wel in leven blijven. In de baarmoeder kan de bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.
De vrouw is dan zwanger.

Een eicel is de grootste menselijke cel (zie afbeelding 3). Een eicel is zo groot doordat hij veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is nodig voor de eerste ontwikkeling nadat de eicel is bevrucht.

Afb. 3 Een eicel met daarop enkele rode bloedcellen (vergroting 425×).



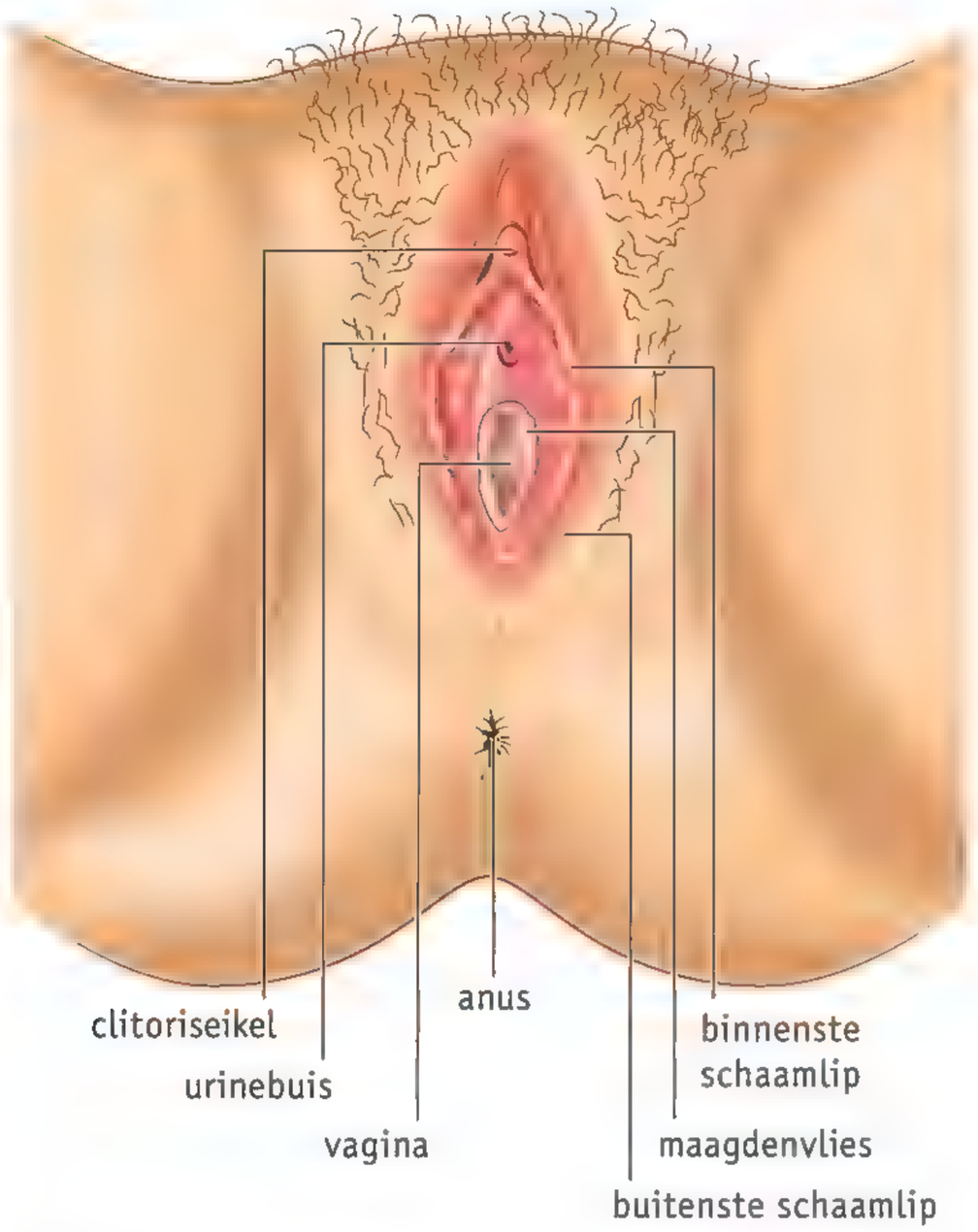
CLITORIS EN SCHAAMLIPPEN

In afbeelding 4.1 zie je de uitwendige geslachtsorganen (**vulva**) van een vrouw.
De **clitoris** (spreek uit: clí-toris) is gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven (zie afbeelding 4.2). Alleen de **clitoriseikel** is aan de buitenkant zichtbaar. Dit 'knopje' is erg gevoelig. Het wordt omgeven door een huidplooi: de **clitorishoed**. De clitoris bestaat verder uit **zwellichamen**. Als een vrouw seksueel opgewonden raakt, vullen de zwellichamen zich met bloed. Ze worden daardoor groter en steviger.

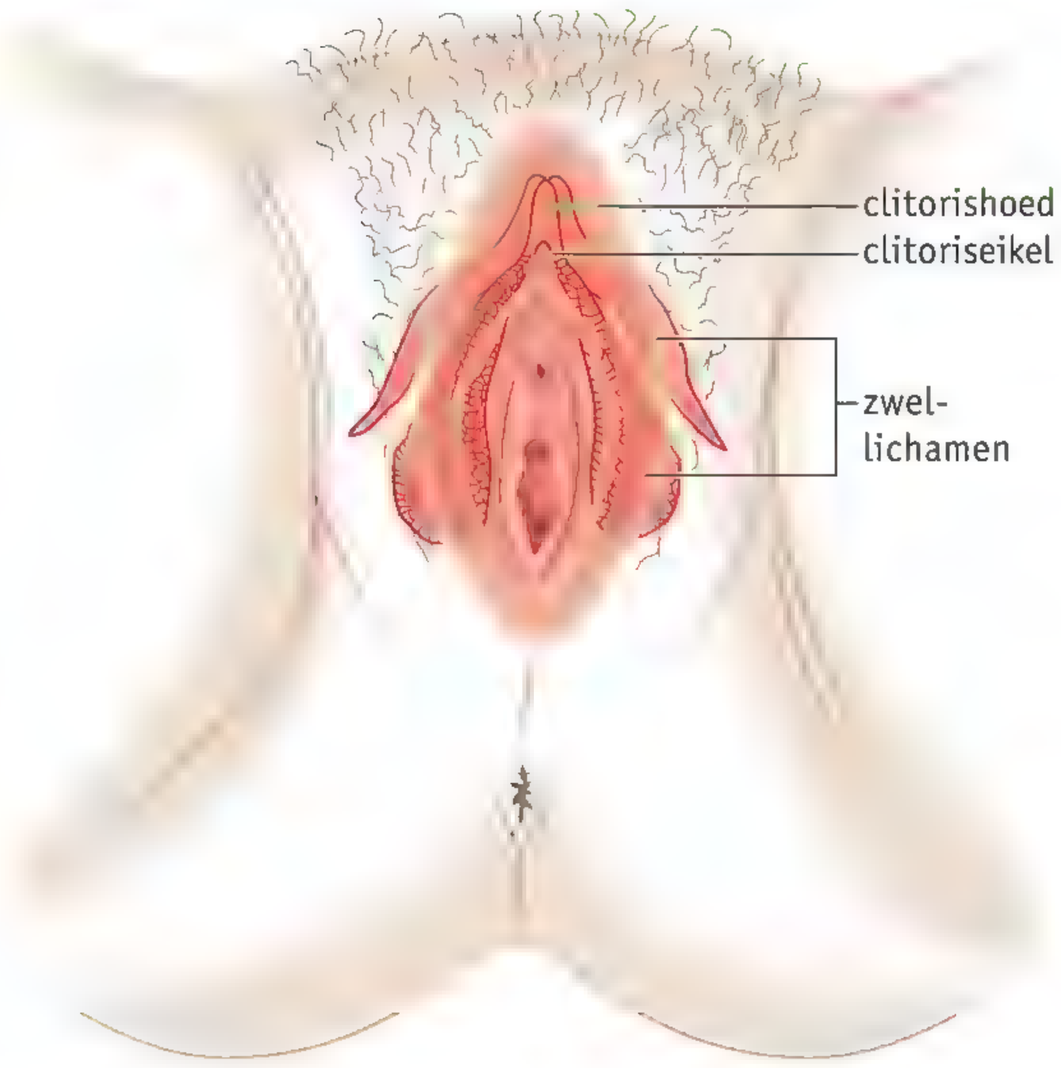
De **binnenste schaamlippen** zijn gladde, dunne huidplooien. Aan de bovenkant komen ze samen onder de clitoris. Tussen de binnenste schaamlippen liggen de opening van de urinebuis en van de **vagina**. De vagina verbindt de vulva met de baarmoeder. In de wand van de binnenste schaamlippen liggen klieren die bij seksuele opwinding slijm produceren. Om de binnenste schaamlippen liggen de **buitenste schaamlippen** (de behaarde huidplooien). Bij de meeste vrouwen zijn de binnenste schaamlippen na de puberteit groter dan de buitenste.

Om de vulva schoon te houden, was je deze elke dag met water. Gebruik geen zeep, want dat irriteert de slijmvliezen.

Afb. 4 De uitwendige voortplantingsorganen van een vrouw.



1 vulva



2 clitoris

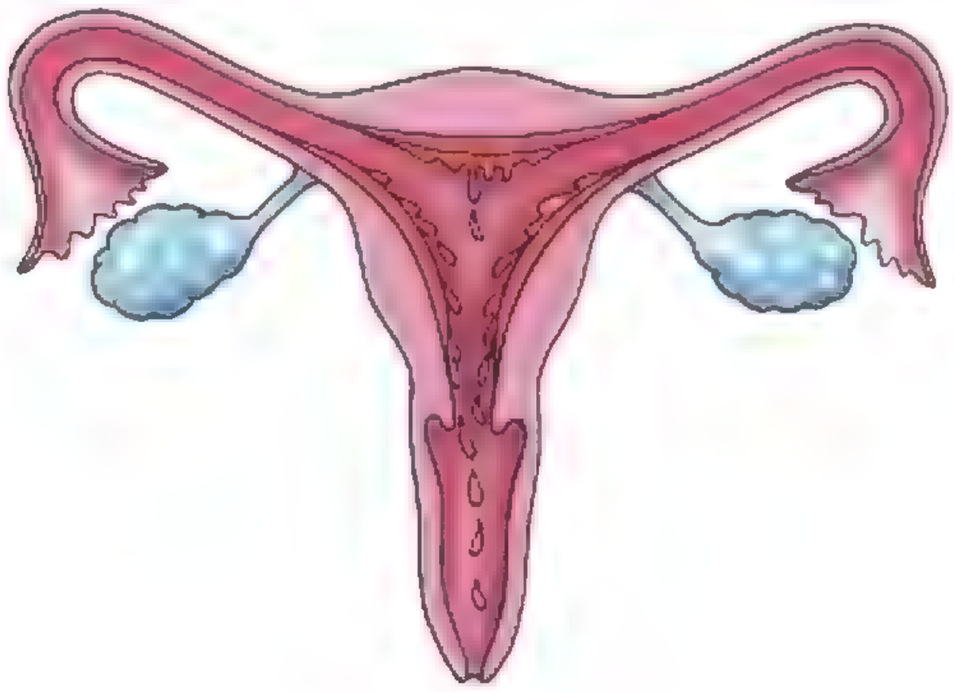
MAAGDENVLIES

Vooraan in de vagina ligt het **maagdenvlies** (zie afbeelding 4.1). Het maagdenvlies is een randje weefsel aan het begin van de vagina. Sommige meisjes worden zonder maagdenvlies geboren. Het maagdenvlies is geen dicht vlies. Het hoeft dus niet doorboord te worden bij de eerste keer dat een vrouw geslachtsgemeenschap heeft. De meeste meisjes en vrouwen bloeden dan ook niet tijdens 'de eerste keer'.

MENSTRUATIE

De wand van de baarmoeder bestaat uit een dikke laag spieren die vanbinnen is bekleed met baarmoederslijmvlies. Het slijmvlies bevat veel bloedvaten. Ongeveer één keer per maand laat het baarmoederslijmvlies gedeeltelijk los. Hierbij komt ook bloed vrij. Door samentrekkingen van de spierlaag van de baarmoederwand wordt het slijmvlies met bloed afgevoerd (zie afbeelding 5). Dit afstoten van een deel van het baarmoederslijmvlies heet **menstruatie** of **ongesteld** zijn.

Afb. 5 Slijmvlies en bloed worden tijdens de menstruatie afgevoerd.

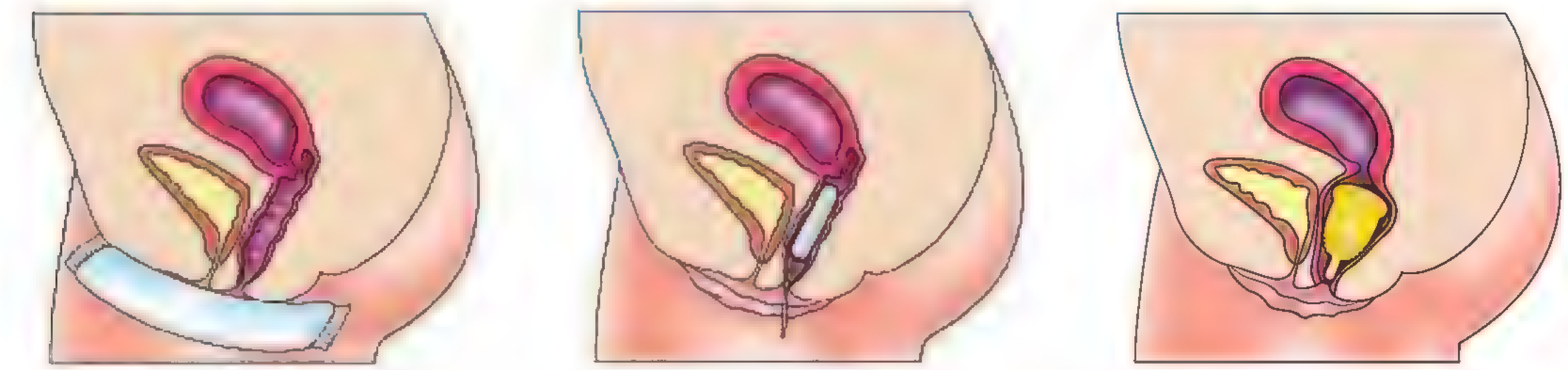


Tussen haar 10e en 16e jaar wordt een meisje voor het eerst ongesteld. Gemiddeld hebben meisjes op 13-jarige leeftijd hun eerste menstruatie. Bij sommige meisjes of vrouwen duurt de menstruatie een dag of drie, bij anderen een week. De samentrekkingen van de baarmoederwand kunnen voelen als pijnlijke buikkrampen. Meisjes en vrouwen kunnen zich vlak voor en tijdens de menstruatie ellendig of verdrietig voelen. Sommigen zijn sacherijnig of afwezig, of hebben last van hoofdpijn, buikpijn, rugpijn of spierpijn. Er zijn ook meisjes en vrouwen die nergens last van hebben.

Om het slijmvlies en het bloed op te vangen, zijn er **maandverband**, **tampons** of een **menstruatiecup** (zie afbeelding 6). Maandverband plak je in je onderbroek, waardoor de bovenkant tegen de opening van de vagina zit (zie afbeelding 7.1). Een tampon stop je in de vagina, waar hij het slijmvlies en bloed opzuigt (zie afbeelding 7.2). Een menstruatiecup breng je in de vagina in, waar hij langzaam volloopt (zie afbeelding 7.3). Om de vier tot zes uur moet je hem legen, afspoelen en weer inbrengen. Ook maandverband en tampons moet je enkele keren per dag vervangen.
Maandverband, tampons en menstruatiecups zijn er in verschillende maten. Welke maat je nodig hebt, is afhankelijk van je bouw en de hoeveelheid bloed die je verliest. Tijdens de menstruatie is het belangrijk dat je je goed wast tussen de schaamlippen (zonder zeep).

Afb. 6 Maandverband, tampons en menstruatiecup.

Afb. 7



1 gebruik van maandverband

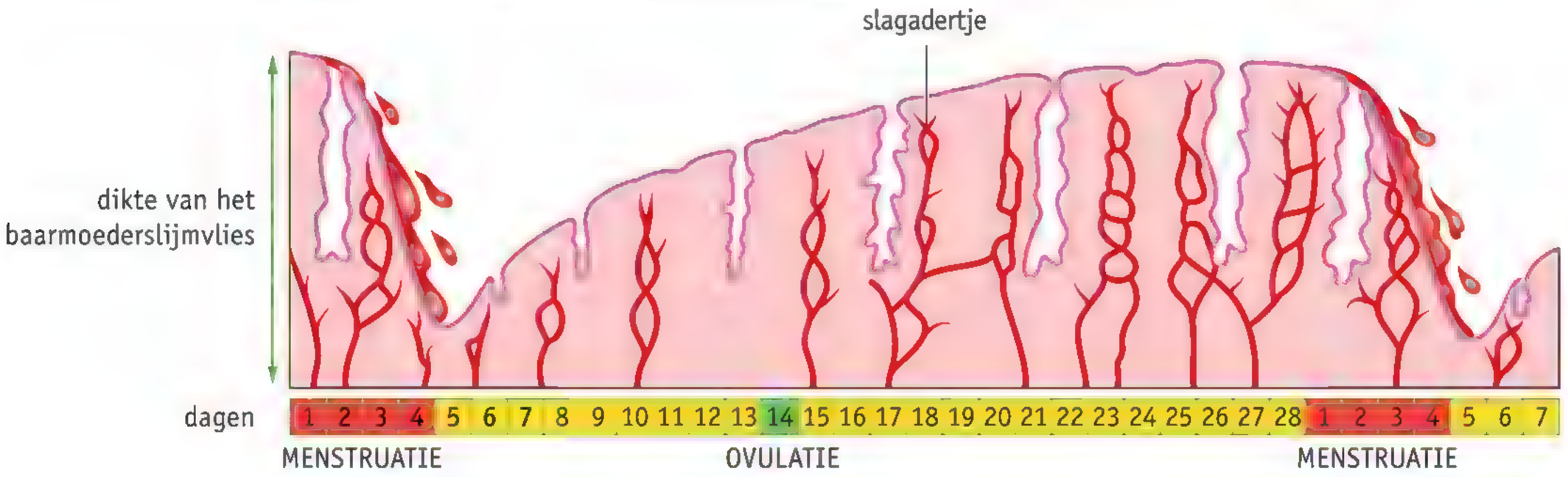
2 gebruik van een tampon

3 gebruik van een menstruatiecup

DE MENSTRUATIECYCLUS

Na de menstruatie wordt het baarmoederslijmvlies weer opgebouwd. Het slijmvlies wordt dikker en gaat meer bloedvaten bevatten. Op deze manier wordt de baarmoeder klaargemaakt voor een mogelijke zwangerschap. In afbeelding 8 zie je het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken.
De ovulatie vindt ongeveer veertien dagen na het begin van de menstruatie plaats. Als de eicel niet wordt bevrucht, begint de volgende menstruatie ongeveer op de 29e dag. Het steeds terugkerende opbouwen en afstoten van het baarmoederslijmvlies noem je de **menstruatiecyclus.**
Als een meisje net begonnen is met menstrueren, is de cyclus vaak onregelmatig. Na een paar jaar wordt de cyclus meestal regelmatiger.

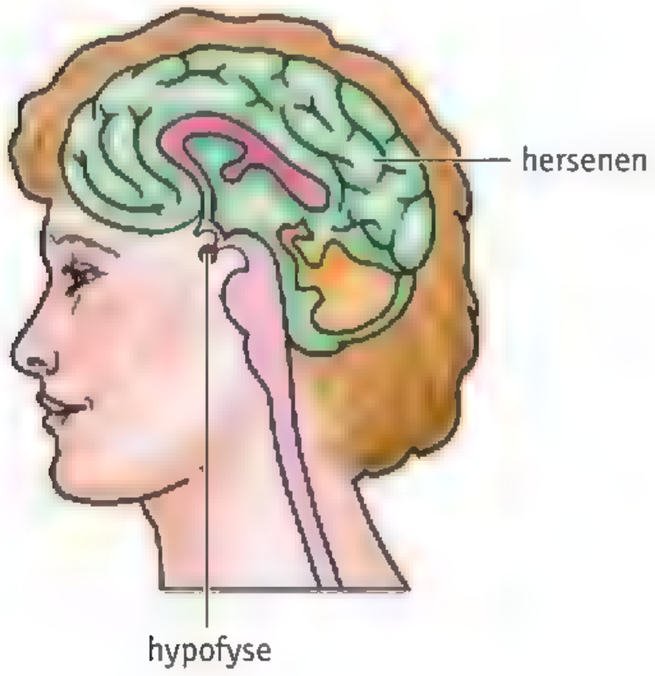
Afb. 8 Het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken.



HORMONEN

Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen. Hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Een hormoon is alleen werkzaam in weefsels en organen die gevoelig zijn voor dat hormoon.
Een belangrijke hormoonklier voor de voortplantingsorganen is de **hypofyse.** Deze klier ligt aan de onderzijde van de hersenen (zie afbeelding 9). In de puberteit begint de hypofyse stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van die hormonen beginnen de eicellen zich te ontwikkelen in de eierstokken.
Wanneer een vrouw ongeveer 50 jaar is, worden er steeds minder hormonen aangemaakt. De vrouw komt dan in de **overgang.** Na de overgang rijpen er geen eicellen meer en kan een vrouw niet meer zwanger worden. Ze wordt dan niet meer ongesteld.

Afb. 9 Ligging van de hypofyse.



KENNIS

1

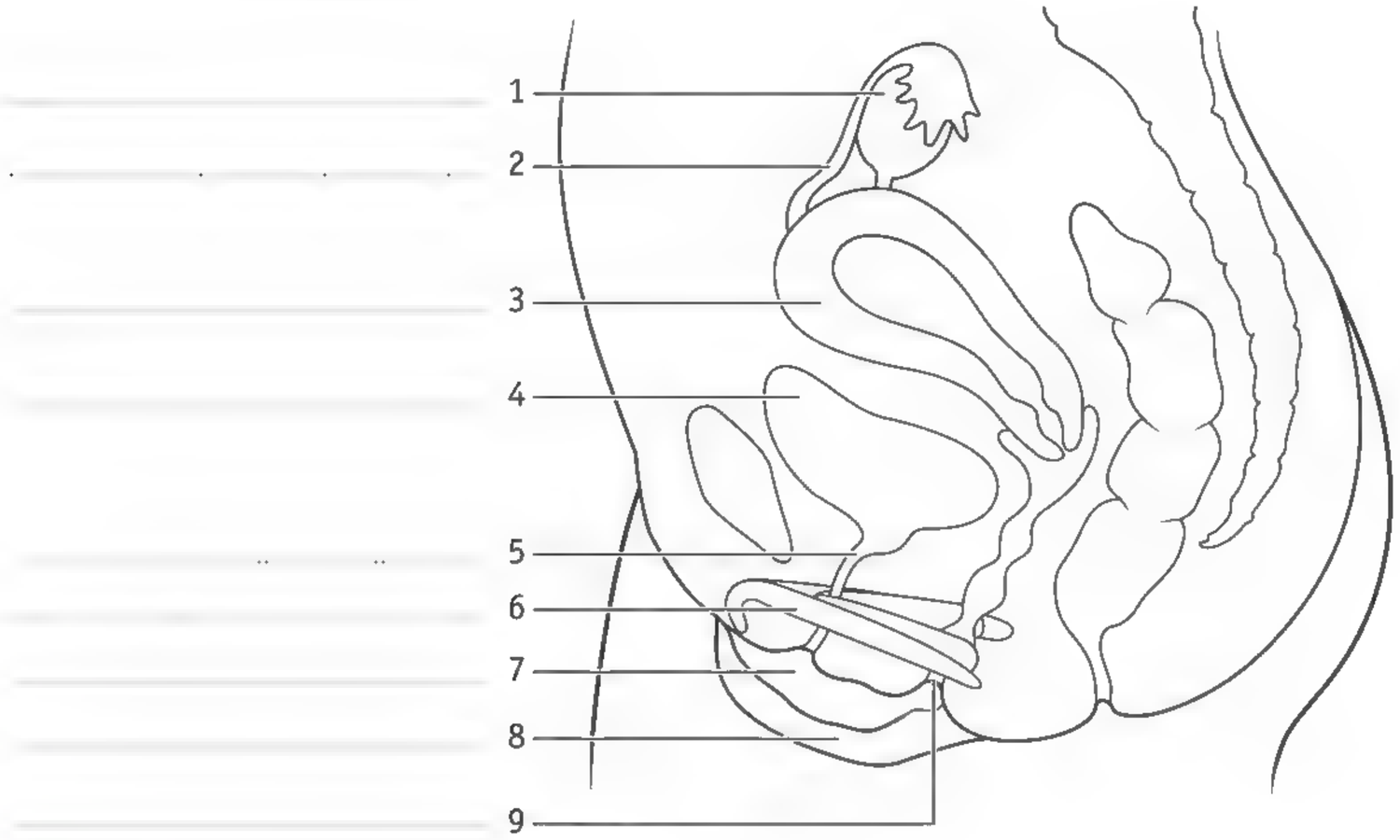
In afbeelding 10 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een vrouw.

a Zet de namen bij de genummerde delen.

b Kleur de delen in de tekening. Geef elk deel een andere kleur.

c Geef met een rode lijn aan waar het maagdenvlies kan zitten.

Afb. 10 Voortplantingsstelsel van een vrouw.



2

Elk orgaan van het vrouwelijk voortplantingsstelsel heeft zijn eigen taak.

a Kies bij elke taak het juiste orgaan.

A	Gevoelig voor prikkels.	○	○ 1 baarmoeder
B	Hier vindt de ontwikkeling van eicellen plaats.	○	○ 2 binnenste schaamlippen
C	Hier vindt de ontwikkeling van het ongeboren kind plaats.	○	○ 3 clitoriseikel
D	Hierin komt het sperma bij de geslachtsgemeenschap.	○	○ 4 eierstokken
E	Vervoeren van eicellen.	○	○ 5 eileiders
F	Vormen slijm waardoor de toegang tot de vagina gladder wordt.	○	○ 6 vagina

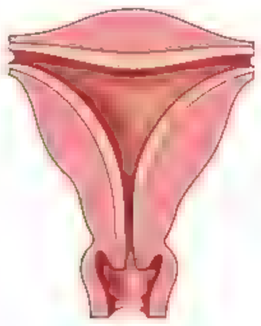
b De eicel bevat reservevoedsel; daarom is hij ook zo groot.
Waar heeft de eicel het reservevoedsel voor nodig?

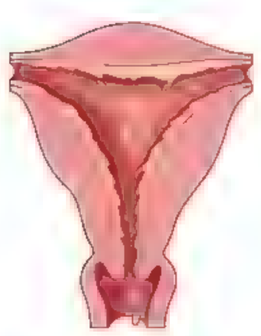
.....

.....

1 Tijdens de menstruatiecyclus verandert de slijmlaag aan de binnenkant van de baarmoeder.
Hier zie je drie keer de doorsnede van een baarmoeder afgebeeld.

a Bij welk moment van de menstruatiecyclus hoort de doorsnede?

A  ○

B  ○

C ○

○ 1 kort na de menstruatie

○ 2 tijdens de menstruatie

○ 3 tijdens de ovulatie

b Op welke drie manieren kan een vrouw het slijmvlies en bloed tijdens de menstruatie opvangen?

.....

c Hormonen zijn belangrijke stoffen in je lichaam die de werking van organen regelen.
Maak de tekst kloppend. Gebruik daarbij: *eicellen – hormonen – hypofyse – overgang – rijpen – zwanger.*

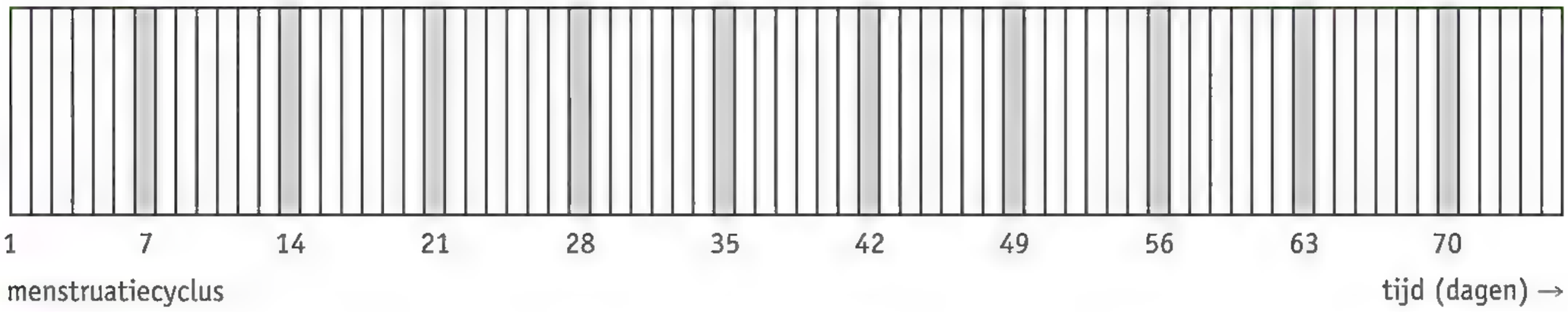
Een belangrijke hormoonklier voor de voortplantingsorganen is de .....
In de puberteit begint deze klier ..... te produceren. Hierdoor gaan zich in de eierstokken de ..... ontwikkelen. Als een vrouw in de ..... komt, worden er steeds minder hormonen aangemaakt, waardoor uiteindelijk geen eicellen meer gaan ..... Na de overgang kan een vrouw niet meer raken.

4 In afbeelding 11 zie je een tijdbalk van 75 dagen. Een vrouw is de eerste vier dagen ongesteld. Vier weken na de eerste dag van deze menstruatie wordt ze weer ongesteld. Ze menstrueert erg regelmatig en haar menstruaties duren steeds vier dagen.

a Kleur alle dagen waarop de vrouw ongesteld is rood.

b Zet een sterretje op de dagen waarop bij deze vrouw waarschijnlijk ovulatie plaatsvindt.

Afb. 11 Menstruatiecyclus van een vrouw.



5 Samenvatting

- Zet de functie achter de delen van het voortplantingsstelsel.
- Vul de tekst aan.
- Teken in afbeelding 12 de menstruatiecyclus van een vrouw:
  - teken de verandering van het baarmoederslijmvlies
  - kleur de dagen met menstruatie en ovulatie

Baarmoeder: .....

Eierstok: .....

Eileider: .....

Clitoris: .....

Binnenste schaamlippen: .....

.....

Buitenste schaamlippen: .....

.....

Maagdenvlies: .....

Kenmerken eicel: .....

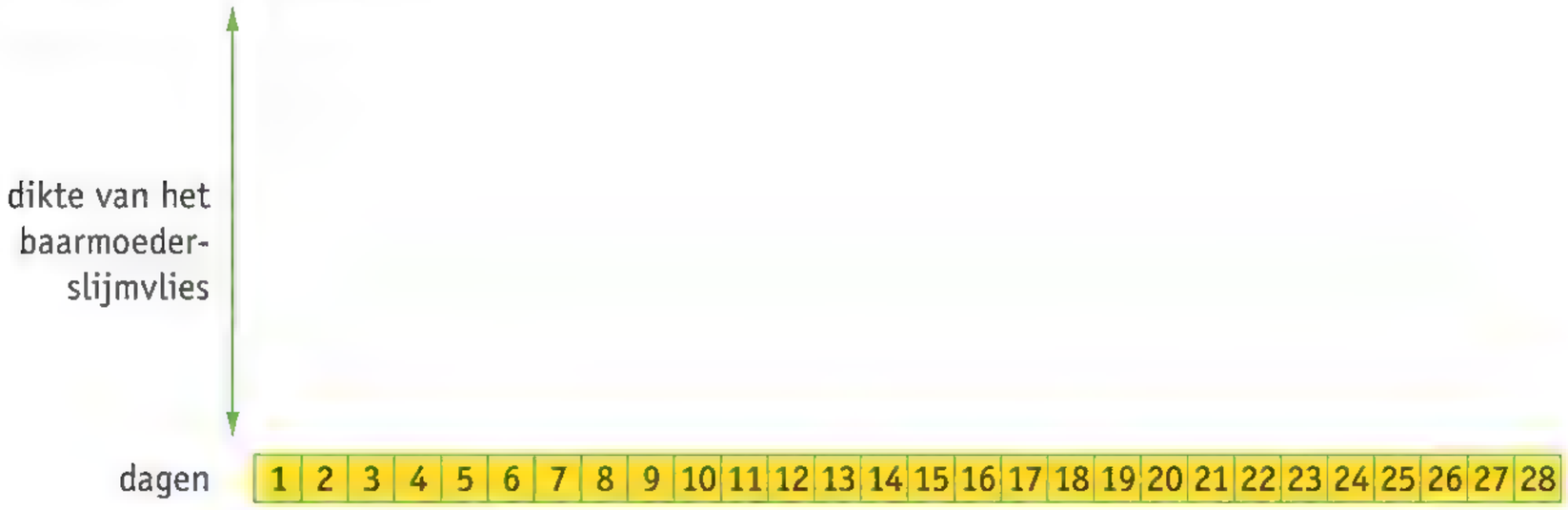
.....

Als de eicel niet wordt bevrucht, dan .....

.....

.....

Afb. 12 Menstruatiecyclus.



INZICHT

Lizet had haar eerste menstruatie toen ze 14 jaar was. Als ze 53 jaar is, komt ze in de overgang. Ze heeft in haar leven geen kinderen gekregen en heeft elke maand een eisprong.

a Bereken hoeveel eicellen vrijkomen in haar leven.

.....

b Het komt soms voor dat een vrouw al op haar 30e in de overgang komt.
Kan zij dan nog kinderen krijgen?

○ A Ja, want ze heeft dan nog genoeg eicellen.
○ B Nee, want haar eicellen komen niet meer vrij.

c PCOS is een aandoening bij vrouwen. De blaasjes waarin de eicellen zich ontwikkelen, groeien dan niet goed. Daardoor kunnen de eicellen ook niet goed rijpen.
Welke gebeurtenis kan hierdoor niet plaatsvinden?

.....

Anouk heeft een onregelmatige cyclus. Dat betekent dat ze van tevoren niet precies weet wanneer ze weer ongesteld wordt. De ene maand duurt haar cyclus 28 dagen, de andere maand kan hij wel 45 dagen duren.
De laatste cyclus van Anouk was 35 dagen (zie afbeelding 13). Haar laatste menstruatie begon op 27 januari.

a Op welke dag begint haar volgende menstruatie? Kleur deze dag in afbeelding 13.

b Anouk heeft haar eisprong 14 dagen vóór haar volgende menstruatie.
Rond welke dag is dan de ovulatie bij Anouk? Kleur deze dag in afbeelding 13.

c De meeste vrouwen berekenen de ovulatie door te tellen vanaf het begin van de menstruatie. De ovulatie is dan ongeveer op de 14e dag na het begin van hun cyclus.
Leg uit voor welke vrouwen deze methode bruikbaar is.

.....

.....

.....

Afb. 13 Deel van een kalender.

januari					februari																								maart						
27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7

a De clitoriseikel is erg gevoelig voor prikkels, bijvoorbeeld door aanraking.
Wat kan het gevolg zijn van deze aanrakingen?

.....

b Bij seksuele opwinding kunnen de binnenste schaamlippen slijm aanmaken.
Hierdoor wordt de toegang tot de vagina nat en glad.
Wat is daarvan de functie?

.....

In sommige culturen worden jonge meisjes besneden. Er wordt dan een deel van de clitoris en een deel van de binnenste schaamlippen weggehaald. In sommige gevallen wordt de opening van de vagina bijna dicht gehecht.

a Leg uit dat een meisje hierdoor meer kans heeft om een infectie te krijgen in de vagina of in de baarmoeder als zij in de puberteit komt en ongesteld wordt.

.....

.....

b Leg uit dat een besneden vrouw minder goed seksuele prikkels kan ervaren.

.....

.....

SAMENHANG WETENSCHAP

TURNERSYNDROOM

Het Turnersyndroom is een aandoening die alleen bij meisjes kan voorkomen. Ongeveer 1 op de 2500 meisjes wordt ermee geboren. Bij het Turnersyndroom ontbreekt in de cellen een stukje DNA. Daardoor ontwikkelen de eierstokken zich niet goed.
In volledig ontwikkelde eierstokken worden niet alleen eicellen gemaakt, maar ook hormonen. Die hormonen zorgen ervoor dat het meisje in de puberteit lichamelijke en geestelijke veranderingen ondergaat. Bij meisjes die het syndroom van Turner hebben, gebeurt dit niet of nauwelijks. Meisjes komen er vaak al voor de puberteit achter dat zij deze ziekte hebben. Zij zijn vaak kleiner en kunnen afwijkingen hebben aan verschillende organen, zoals het hart en de nieren. Soms hebben zij ook gehoorproblemen. Om erachter te komen of een meisje het Turnersyndroom heeft, wordt een DNA-test gedaan.
Het is mogelijk een meisje te behandelen met groeihormonen, zodat zij langer wordt. Ook kan ze vrouwelijke hormonen krijgen, zodat ze toch vrouwelijke kenmerken krijgt.
Het Turnersyndroom is niet erfelijk, maar ouders die al een meisje hebben met dit syndroom hebben wel meer kans om nog een meisje te krijgen met dezelfde aandoening.

Bron: www.huisartsengenetica.nl.

Afb. 14 DNA-test voor het Turnersyndroom.

10' Lees de tekst 'Turnersyndroom'.

a Meisjes met het Turnersyndroom krijgen geen nieuwe geslachtskenmerken in de puberteit. Hoe noem je de kenmerken die bij deze meisjes niet ontstaan?

.....

b In de puberteit verander je lichamelijk, maar ook geestelijk.
Leg uit waardoor een meisje met het Turnersyndroom niet dezelfde geestelijke veranderingen heeft als een meisje zonder deze aandoening.

.....

.....

c Kan een meisje met het Turnersyndroom zwanger worden? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Een man

LEERDOELEN

5 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een man noemen met hun functies en kenmerken. ► Practica 1 en 2

6 Je kunt de kenmerken van zaadcellen en eicellen noemen.

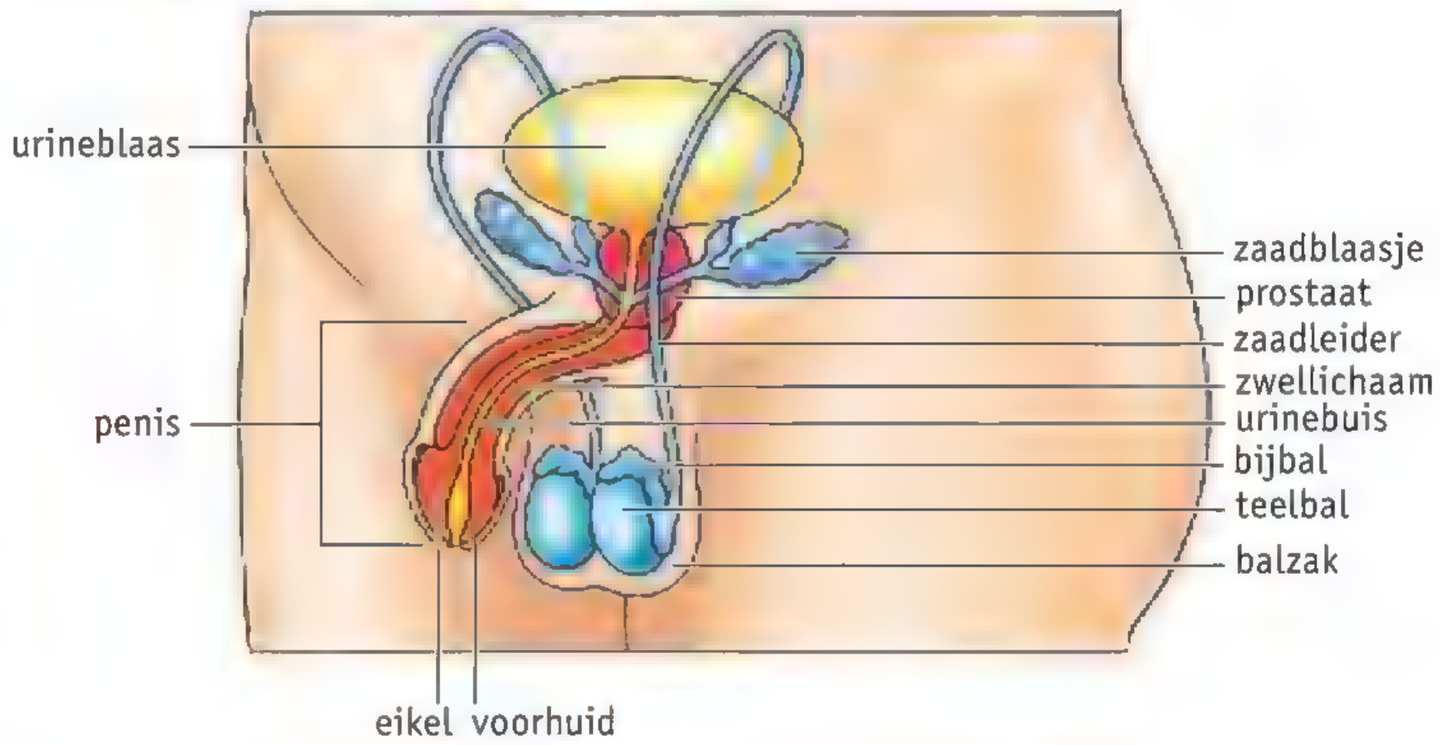
Het voortplantingsstelsel van een man is voor een groot deel aan de buitenkant te zien. Alleen de prostaat en de zaadblaasjes liggen onder in de buik.

TEELBALLEN EN BALZAK

In afbeelding 1 zie je een naakte man. Je ziet een deel van zijn voortplantingsstelsel. De rest van zijn voortplantingsorganen ligt in de onderbuik (zie afbeelding 2).

Afb. 1

Afb. 2 Het voortplantingsstelsel van een man (schematisch).



Als een jongen ongeveer 13 jaar is, beginnen zijn **teelballen** te functioneren. Vanaf die leeftijd produceren de teelballen elke dag vele miljoenen **zaadcellen** (**spermacellen**). Zaadcellen zijn de mannelijke geslachtscellen. De teelballen liggen in een huidplooi: de **balzak**. De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van de zaadcellen.

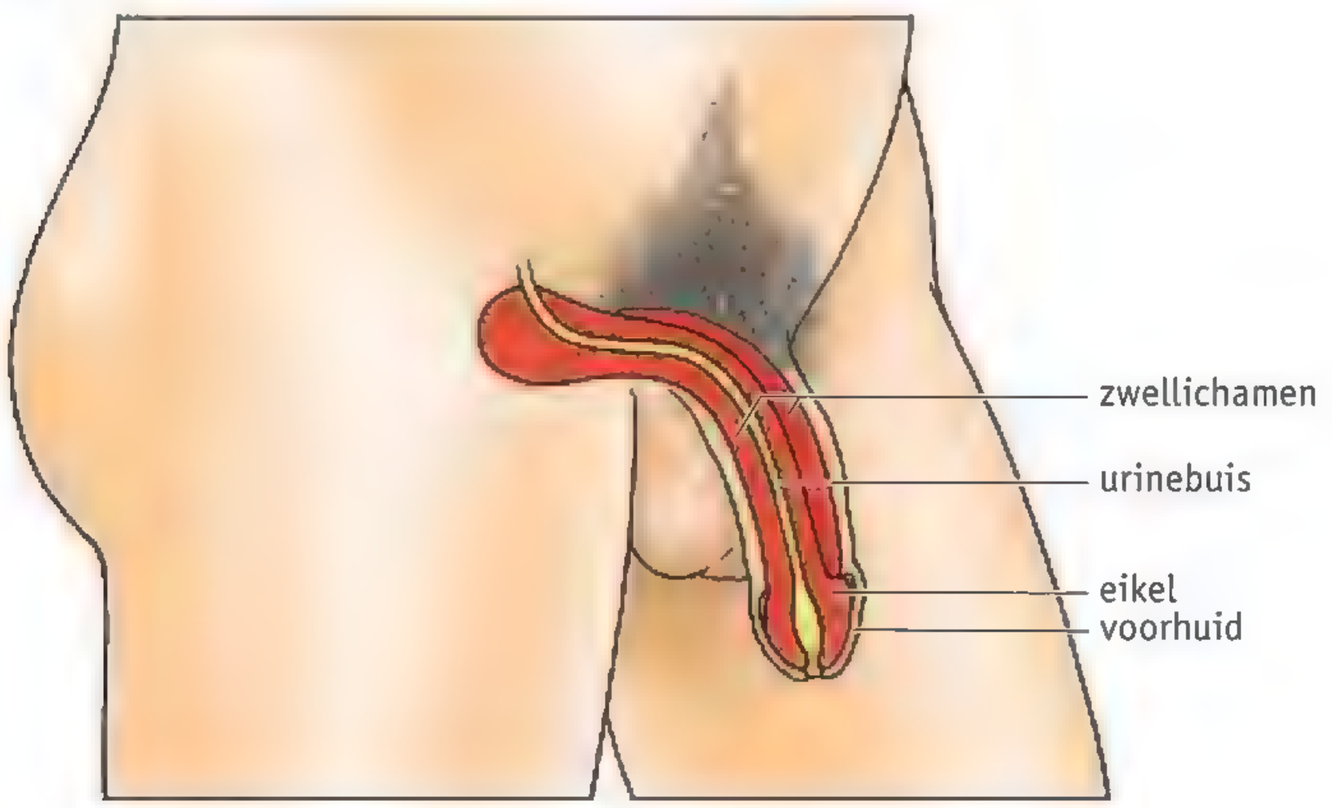
Net als bij een meisje zijn bij een jongen hormonen belangrijk bij de vorming van geslachtscellen. Aan het begin van de puberteit gaat de hypofyse hormonen maken. Door die hormonen gaan de teelballen zaadcellen maken. Bij een man maakt de hypofyse deze hormonen tot op hoge leeftijd. Een man komt niet in de overgang, zoals een vrouw.

PROSTAAT EN PENIS

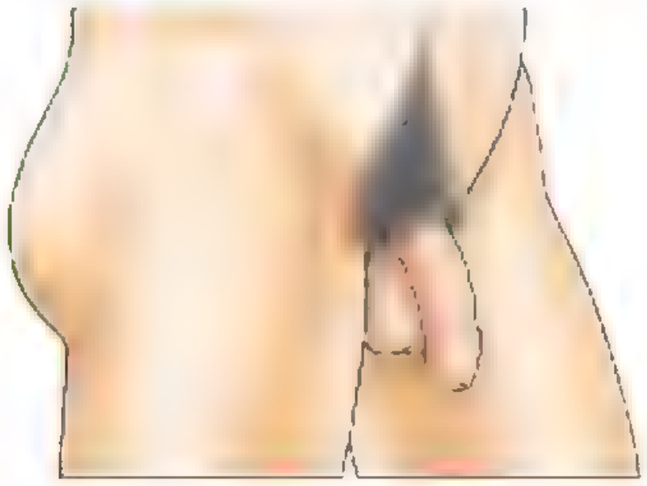
De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de **bijballen**. De **zaadleiders** vervoeren de zaadcellen.
De **zaadblaasjes** en de **prostaat** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes bevat voedingsstoffen voor de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat met de zaadcellen samen noem je **sperma**.
Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de urinebuis. De urinebuis loopt door de **penis**. De top van de penis, de **eikel**, is erg gevoelig. De eikel is bedekt met een dunne huidplooi: de **voorhuid**. Deze beschermt de eikel. De voorhuid is zo ruim dat deze over de eikel kan worden teruggetrokken. Om ontsteking te voorkomen is het belangrijk dat een jongen elke dag bij het douchen de voorhuid even terugtrekt en de eikel en de voorhuid afspoelt.
Bij sommige jongens wordt de voorhuid weggesneden. Dit heet 'besnijden'. Besnijden gebeurt om hygiënische of om godsdienstige redenen.

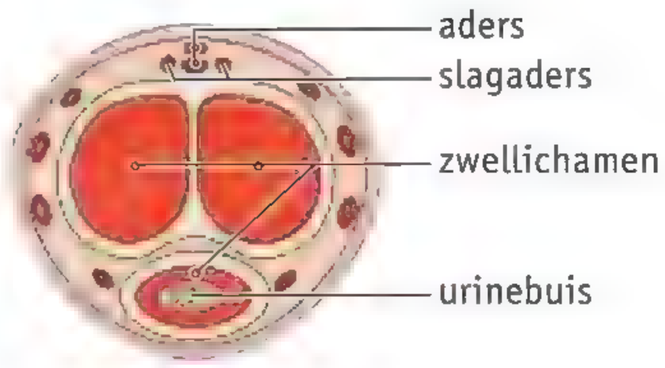
De penis hangt meestal slap, maar hij kan ook groter en stijf worden. Dat noem je een 'stijve' of een **erectie**. Een erectie wordt veroorzaakt door de **zwellichamen** in de penis (zie afbeelding 3 en 4). Er ligt één zwellichaam aan de onderkant, om de urinebuis. De andere zwellichamen liggen aan de bovenkant, één links en één rechts. De zwellichamen kunnen zich met bloed vullen, waardoor ze groter en steviger worden. De penis wordt dan stijf (zie afbeelding 4). De grootte en de vorm van de penis in slappe toestand verschillen nogal van man tot man. Maar bij penissen in erectie is er niet zoveel verschil. Jongens en mannen kunnen op de vervelendste momenten een erectie krijgen. Bijvoorbeeld tijdens een onderzoek door een dokter, bij een stoeipartijtje of bij intiem dansen. Vaak hebben jongens en mannen 's nachts een erectie of als ze wakker worden.

Afb. 3

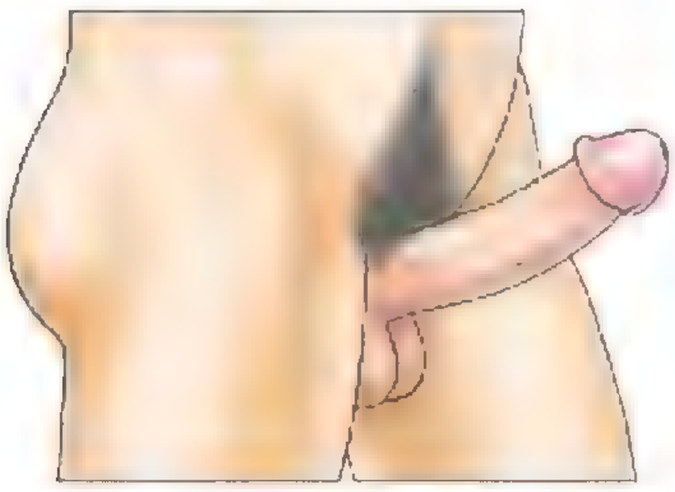


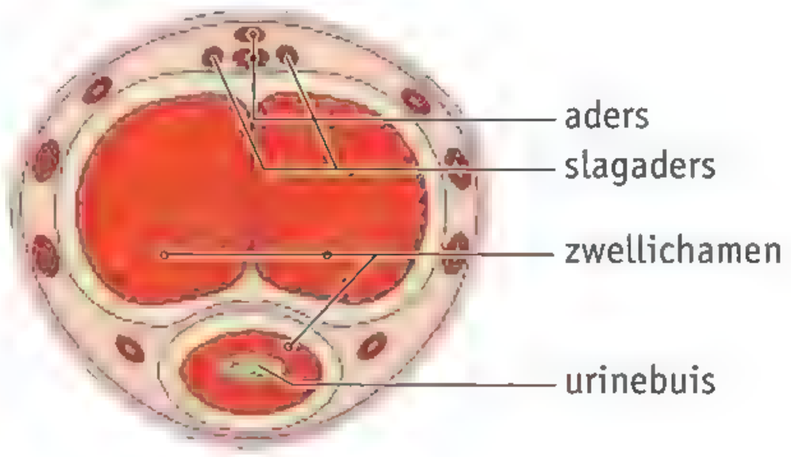
Afb. 4 De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).





1 in gewone toestand (slap)





2 in erectie

ZAADLOZING

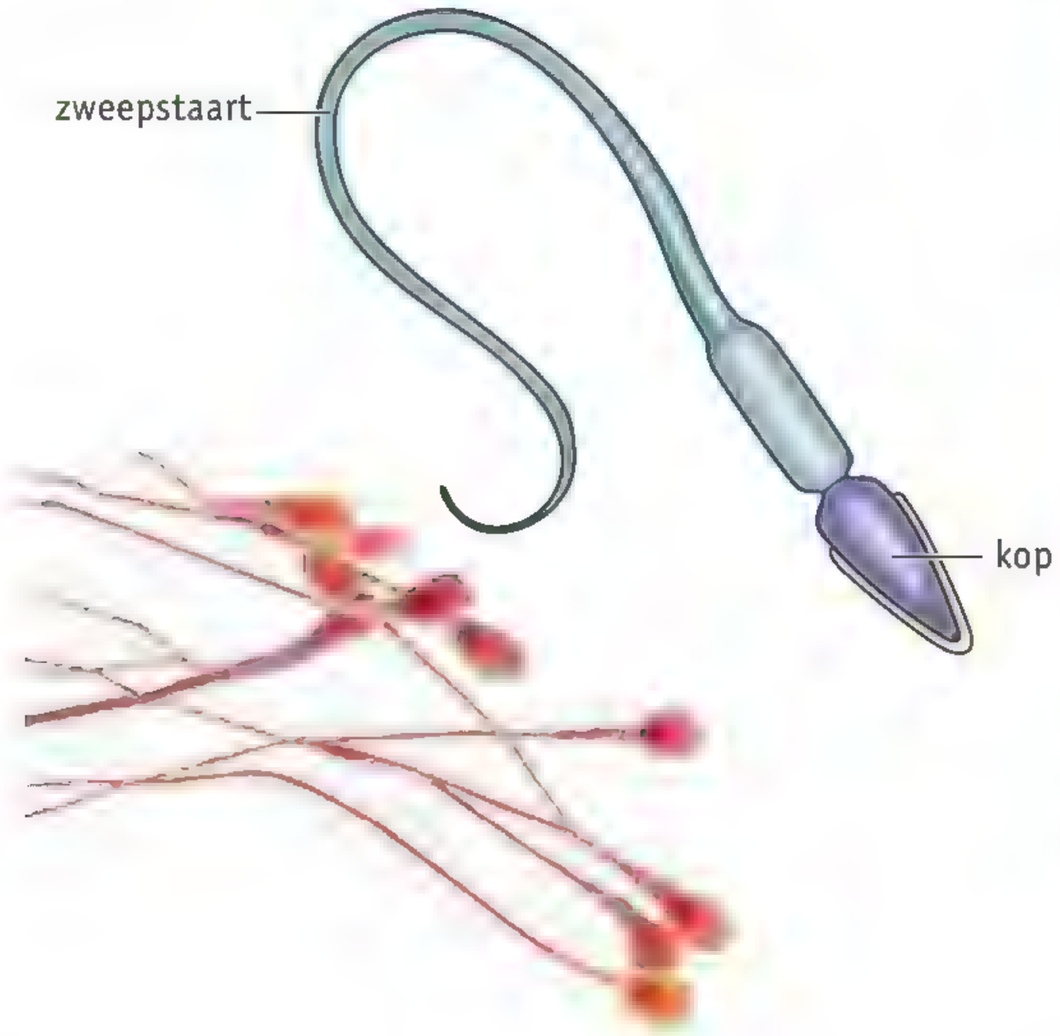
Met een stijve penis kan een man zaadcellen in het lichaam van een vrouw brengen. Dat gebeurt tijdens **geslachtsgemeenschap** ('neuken'). Bij geslachtsgemeenschap brengt een man zijn stijve penis in de vagina van een vrouw. Door bewegingen van man en vrouw wordt de penis in de vagina op en neer bewogen. De eikel wordt daarbij voortdurend geprikkeld. Daardoor kan de man een **zaadlozing** krijgen. Bij een zaadlozing komt het sperma met schokken door de urinebuis naar buiten. Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw.
Per zaadlozing komt ongeveer een theelepel sperma uit de penis. Sperma is kleverig en melkwit van kleur. Eén zaadlozing bevat honderd tot vierhonderd miljoen zaadcellen.

Soms komt 's nachts als de man of jongen slaapt een zaadlozing vanzelf. Dat heet een 'natte droom'. Gemiddeld krijgt een jongen zijn eerste zaadlozing rond zijn 13e jaar.
Er zijn jongens die zaadlozingen krijgen als ze 11 zijn, anderen krijgen hun eerste zaadlozing als ze 18 zijn.

ZAADCELLEN EN EICELLEN

Een zaadcel is de kleinste menselijke cel (zie afbeelding 5). Met de **zweepstaart** kan een zaadcel zich voortbewegen. Daardoor kunnen de zaadcellen na een zaadlozing de baarmoeder en de eileiders in 'zwemmen'. Komen ze in de eileider een eicel tegen, dan kan die bevrucht worden (zie afbeelding 6). Een eicel kan niet zelf bewegen. Een eicel kan alleen vlak na de eisprong worden bevrucht (tot 24 uur erna).

Afb. 5 Zaadcellen.

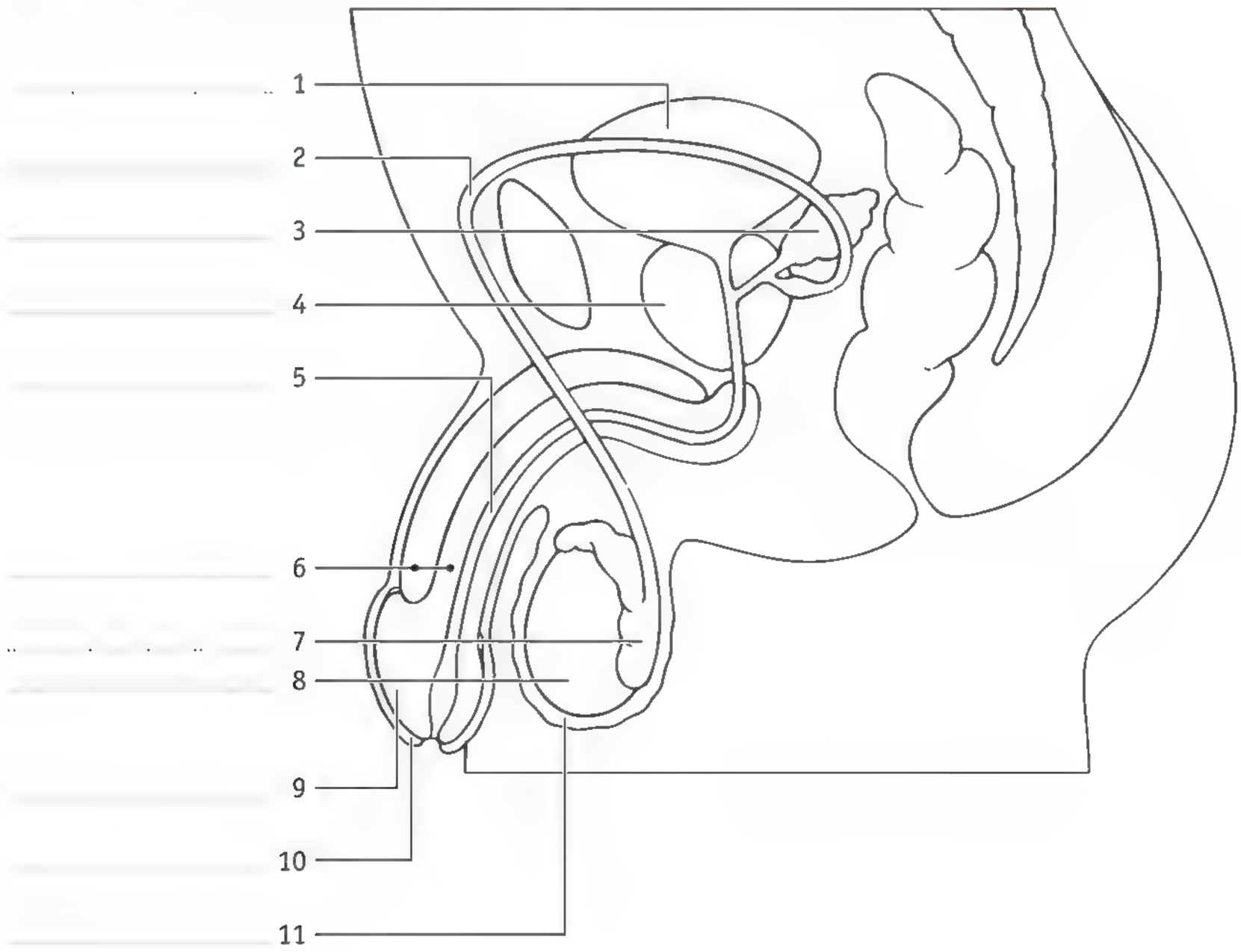


Afb. 6 Een eicel met zaadcellen (vergroting 360×).

KENNIS

1 In afbeelding 7 zie je het voortplantingsstelsel van een man.
Zet de namen bij de genummerde delen.

Afb. 7 Het voortplantingsstelsel van een man.



3 Elk orgaan van het mannelijk voortplantingsstelsel heeft zijn eigen taak.
Kies bij elke taak het juiste orgaan.

A	aanmaken van zaadcellen	○	○ 1 bijbal
B	gevoelig voor prikkels	○	○ 2 eikel
C	kunnen zich vullen met bloed	○	○ 3 prostaat
D	tijdelijk opslaan van zaadcellen	○	○ 4 teelbal
E	vervoeren zaadcellen	○	○ 5 zaadblaasje
F	voegen vocht toe aan de zaadcellen (twee organen)	○	○ 6 zaadleider
			○ 7 zwellichaam

4 Zaadcellen en eicellen hebben een verschillende bouw, omdat ze een verschillende taak hebben.
Welke zinnen horen bij zaadcellen?

- ☐ A bevatten reservevoedsel
- ☐ B hebben een zweepstaart
- ☐ C kunnen zelf niet bewegen
- ☐ D kunnen zelf wel bewegen
- ☐ E zijn de grootste cellen van het menselijk lichaam
- ☐ F zijn de kleinste cellen van het menselijk lichaam

5 De eikel van de penis is bedekt met een dunne huidplooi.

a Hoe heet deze huidplooi? .....

b Het is belangrijk om deze huidplooi tijdens het douchen iets terug te trekken en goed af te spoelen, net als de eikel.
Wat is de reden om dit te doen?

.....

c Soms wordt bij een jongen een deel van de huidplooi om de eikel weggesneden.

Hoe heet dit? .....

d Wat gebeurt er als een jongen een erectie krijgt? Zet de gebeurtenissen in de juiste volgorde.

..... De penis wordt stijf.

..... Zwellichamen vullen zich met bloed.

..... Zwellichamen worden groter en steviger.

5

Samenvatting

- Zet de functie achter de delen van het voortplantingsstelsel.
- Geef de kenmerken van een zaadcel.
- Beschrijf wat er gebeurt in de teelballen als een jongen in de puberteit komt.

Teelballen: .....

.....

Bijballen: .....

.....

Zaadleiders: .....

.....

Zaadblaasjes: .....

.....

Prostaat: .....

.....

Urinebuis: .....

.....

Zwellichaam: .....

.....

Eikel: .....

.....

Voorhuid: .....

.....

Kenmerken zaadcel: .....

.....

In de puberteit .....

.....

INZICHT

a De eierstokken bij een vrouw en de teelballen bij een man zijn vergelijkbare organen, want ze maken allebei geslachtscellen. Bij een vrouw zitten de eierstokken in de buik. Bij een jongetjesbaby zitten de teelballen ook in de buikholte. Voor of vlak na de geboorte verplaatsen de teelballen zich van de buikholte naar de balzak. Dit heet indalen.
Leg uit waarom het belangrijk is dat de teelballen niet in de buikholte blijven liggen.

.....

.....

b De teelballen van een man liggen heel dicht bij de penis. Zaadcellen zouden via een korte zaadleider direct naar de penis kunnen worden vervoerd. Toch lopen de zaadleiders eerst helemaal terug de buikholte in, langs andere delen van het voortplantingsstelsel. Pas daarna worden de zaadcellen als sperma vervoerd richting de urinebuis in de penis.
Leg uit dat het belangrijk is dat de zaadcellen deze hele weg afleggen.

.....

.....

c De prostaat van een man kan ontstoken raken. Dat gebeurt soms na een blaasontsteking. Een prostaatontsteking zorgt voor zwelling en pijn.
Leg uit dat een man dan moeilijker kan plassen.

.....

.....

.....

a Een man maakt elke dag veel zaadcellen aan.
Door welke onderdelen gaan de zaadcellen achtereenvolgens?

teelballen – .....

.....

b Vaak zijn er ook zaadcellen met een afwijkende vorm, bijvoorbeeld twee staarten of een staart die niet goed werkt (zie afbeelding 8).
Leg uit dat een man met veel afwijkende zaadcellen minder vruchtbaar is.

.....

.....

c Als een man onvruchtbaar is, komt hij daar vaak pas achter als hij kinderen probeert te krijgen. Een oorzaak kan zijn dat hij weinig zaadcellen in zijn sperma heeft.
Leg uit dat een man niet kan zien aan zijn hoeveelheid sperma of er genoeg zaadcellen in zitten.

.....

.....

.....

d Zaadcellen alleen kunnen niet goed overleven in de vagina. Sperma dat in de vagina komt, kan dat wel. Het vocht van de zaadblaasjes en de prostaat zorgen hiervoor.
Leg uit dat het belangrijk is dat de zaadcellen kunnen overleven in de vagina van een vrouw.

.....

.....

.....

Afb. 8 Een zaadcel met twee staarten.

a De eikel is erg gevoelig voor prikkels, bijvoorbeeld door aanraking.
Wat kan het gevolg zijn van deze aanrakingen?

.....

b Een penis kan groter en stijf worden.
Wat is daarvan de functie?

.....

.....

a Mannetjeshonden hebben een penis met een bijzonder zwellichaam. Tijdens de paring zwelt de basis van de penis nog meer op. Bij het vrouwtje spannen de kringspieren van de vagina extra aan. Hierdoor kan de penis na de zaadlozing niet de vagina uit en wordt de opening van de vagina helemaal afgesloten. De beide honden blijven een tijdje aan elkaar vastzitten (zie afbeelding 9).
Leg uit wat het voordeel hiervan is.

.....

.....

b Van nature leven honden in groepen. Als een vrouwtje vruchtbaar is, proberen alle mannetjes met haar te paren. Toch wordt het vrouwtje vaak zwanger van het eerste mannetje.
Leg uit dat het eerste mannetje de meeste kans heeft om het vrouwtje zwanger te maken.

.....

.....

.....

Afb. 9 Deze Beagles zitten nog even aan elkaar vast.

SAMENHANG leefwereld

ZAADDONOR

Niet iedereen die een kinderwens heeft, wordt ook snel zwanger. Bij sommige stellen is zwanger worden onmogelijk, bijvoorbeeld doordat de man onvruchtbaar is. Maar ook voor alleenstaande vrouwen of lesbische stellen is zwanger worden zonder zaaddonor niet mogelijk. Deze mensen kunnen proberen om zelf iemand te vinden om sperma te doneren. Maar ze kunnen ook terecht bij een 'spermabank'. Ze kunnen dan een donor uitkiezen op basis van verschillende kenmerken, zoals oogkleur en opleidingsniveau.
Als je sperma wilt doneren, moet je lichamelijk gezond zijn. Dat betekent dat je geen erfelijke ziekten mag hebben, want die zou je kunnen doorgeven aan je kind. Ook mag je geen geslachtsziekte hebben. Het sperma wordt natuurlijk goed onderzocht op ziekten en afwijkingen. Ook moet je erin toestemmen dat het kind dat geboren wordt, mag weten wie jij bent. Anoniem doneren mag niet meer sinds 2014.
Als alles goed is, mag je je sperma komen doneren. Het sperma wordt ingevroren en later ingebracht bij een vrouw – natuurlijk op het juiste moment.

Bron: https://vivaneo-ivf.com.

Afb. 10 Ingevroren sperma.

10 Lees de tekst 'Zaaddonor'.

a Leg uit waarom het belangrijk is dat donorsperma goed wordt onderzocht.

.....

b Vroeger mocht een zaaddonor anoniem doneren.
Vind je dat dit nog steeds zou moeten kunnen? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

c Een vrouw moet op het juiste moment naar het ziekenhuis gaan om het sperma in te laten brengen.
Wanneer is het juiste moment om het sperma in te brengen bij een vrouw?

.....

d Leg uit dat de meeste vrouwen tussen de tien en twaalf kansen per jaar hebben om zwanger te raken.

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Seks enzo

LEERDOELEN

7 Je kunt omschrijven wat onder seksualiteit wordt verstaan.
8 Je kunt benoemen hoe gender en seksuele oriëntatie kunnen verschillen.
9 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.

In de puberteit gaat seksualiteit een rol spelen in je leven. Ook in het leven van volwassenen is seksualiteit belangrijk. Mensen kunnen daar heel verschillend over denken.

ORGASME

De eikel van de penis en de eikel van de clitoris zijn erg gevoelig voor prikkels. Door prikkeling van de eikel, bijvoorbeeld bij geslachtsgemeenschap, kan iemand een **orgasme** krijgen (**'klaarkomen'**). Bij mannen vindt dan een zaadlozing plaats. Bij vrouwen spannen spieren rond de vagina zich aan. Een orgasme geeft een lekker gevoel.

Je kunt ook zelf zorgen voor een orgasme. Door over de penis of de clitoris te wrijven, kun je een lekker gevoel krijgen. Dit heet **zelfbevrediging** of **masturbatie.** Een jongen kan een orgasme krijgen door met de hand de huid om de penis op en neer te bewegen. Dit wordt 'aftrekken' genoemd. Een meisje kan over de clitoris wrijven, eventueel met de vingers in de vagina. Dit heet 'vingeren'. Veel jongens en meisjes vrijen met zichzelf, maar het is ook niet raar als je er geen zin in hebt.

SEKSUALITEIT

Geslachtsgemeenschap en zelfbevrediging horen bij seksualiteit. Onder **seksualiteit** vallen alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding. Seksualiteit kan verschillende functies hebben voor mensen: lustbeleving, intimiteit en voortplanting.

Seksualiteit kan mensen veel plezier geven. Seksueel opgewonden raken is een prettig gevoel. Dat noem je **lustbeleving.** Mensen kunnen door allerlei prikkels seksueel opgewonden raken, bijvoorbeeld door aanraken, strelen, zoenen of vrijen. Ook door alleen maar te kijken naar iemand die je aantrekkelijk vindt, kan seksuele opwinding ontstaan.

Seksualiteit kan een rol spelen bij **intimiteit** of het onderhouden van een liefdesrelatie met iemand (zie afbeelding 1). Als je op deze manier van iemand houdt, wil je dat regelmatig laten blijken aan die persoon, bijvoorbeeld door te strelen of te knuffelen. Als je van iemand houdt, wil je misschien ook met deze persoon vrijen of geslachtsgemeenschap hebben. Dat kan een gevoel van verbondenheid geven.

Afb. 1 Intimiteit in een liefdesrelatie.

Een man en een vrouw kunnen geslachtsgemeenschap hebben. Als een zaadcel van de man een eicel van de vrouw bevrucht, kan de vrouw zwanger worden. Seksualiteit speelt zo een rol bij de **voortplanting.** Veel mensen hebben geslachtsgemeenschap zonder dat ze een kind willen. Om zwangerschap te voorkomen gebruiken ze dan **voorbehoedsmiddelen,** zoals een condoom of de pil.

Foto's, films of teksten met het doel om mensen seksueel te prikkelen, noem je **pornografie** (**porno**). Meestal worden de geslachtsorganen dan duidelijk in beeld gebracht (of beschreven). Die zien er vaak niet uit zoals ze er bij de meeste mensen in het echt uitzien. Ook gedragen de acteurs zich niet natuurlijk. Door veel naar porno te kijken, kun je een onrealistisch beeld van seksualiteit krijgen. In het echt gaat het anders. Je kunt porno dus niet gebruiken om meer te leren over seksualiteit.

SEKSUELE ORIËNTATIE

De seksuele oriëntatie of seksuele voorkeur zegt iets over op wie je verliefd wordt (zie afbeelding 2). De meeste mensen voelen zich seksueel aangetrokken tot personen van het andere geslacht. Deze mensen zijn **heteroseksueel** (hetero = ongelijk). Ongeveer een op de vijftien mensen is **homoseksueel** (homo = gelijk) of biseksueel (bi = twee). Homoseksuele mensen voelen zich aangetrokken tot personen van hetzelfde geslacht. Bij meisjes en vrouwen wordt dit **lesbisch** genoemd. Mensen die zich aangetrokken voelen tot mannen én vrouwen, noem je **biseksueel.** Er zijn ook mensen die zich niet seksueel aangetrokken voelen tot anderen. Zij zijn **aseksueel.** Voor sommigen maakt het gender van de ander niets uit, zij vallen op mensen (man, vrouw, intersekse). Dit noem je **panseksueel.**

Afb. 2

Naast deze 'hokjes' zijn er nog veel meer mogelijkheden. Iemand kan bijvoorbeeld meestal op jongens vallen, maar soms ook op meisjes. Of iemand valt vooral op vrouwelijke jongens.

GESLACHT EN GENDER

Als het gaat over seks en seksualiteit, zie je vaak de afkorting LHBTI (soms met nog meer letters). Deze letters staan voor **l**esbisch, **h**omoseksueel, **b**iseksueel, **t**ransgender en **i**ntersekse. In dit rijtje staan seksuele oriëntaties, maar ook woorden die niets te maken hebben met seks, namelijk transgender en intersekse. Deze aanduidingen gaan over gender en geslacht.

Het **geslacht** (man, vrouw of intersekse) zijn de lichamelijke geslachtskenmerken, zoals een penis of vulva. Het **gender** bestaat uit de eigenschappen en gedragingen die mensen mannelijk of vrouwelijk vinden. Eenvoudige voorbeelden daarvan zijn: met poppen of met auto's spelen, een broek of een rok dragen, stoer of zorgzaam zijn.
Geslacht kent twee uitersten (man of vrouw), maar er zijn heel veel verschillende genders. Je gender is een optelsom van je geslacht, je identiteit (wie je bent, hoe je je voelt) en je expressie (hoe je je kleedt, hoe je je gedraagt). Dit zie je in afbeelding 3. Je seksuele oriëntatie zegt niets over je eigen gender, maar wel iets over het gender waar je op valt.

Bij een **transgender** persoon komt de genderidentiteit (gevoel) niet of niet helemaal overeen met het geslacht (lichaam). Als iemand zich ongemakkelijk voelt met het eigen geslacht, noem je dat **genderdysforie**. Sommige transgenders kiezen voor een geslachtsaanpassende operatie, waardoor het lichaam (geslacht) wel overeenkomt met de genderidentiteit.

Afb. 3 Gender is een mix.

Bron: www.gsanetwerk.nl.

EEN SEKSUELE RELATIE

Vaak word je in de puberteit voor het eerst echt verliefd. Je denkt dan de hele tijd aan die persoon en wilt graag bij diegene in de buurt zijn. Als je diegene ziet, krijg je een sterk, intens gevoel. Je wilt heel graag dat de ander jou ook leuk vindt. Misschien wil je diegene ook aanraken of zoenen.
Als je verliefd bent, wil je daar waarschijnlijk iets mee doen. In afbeelding 4 lees je tips om iemand te laten weten dat je diegene leuk vindt.

Afb. 4

Acht versiertips

1. Zoek oogcontact.
2. Zorg ervoor dat je 'toevallig' in de buurt komt.
3. Maak een praatje, laat merken dat je geïnteresseerd bent.
4. Glimlach (dat gaat waarschijnlijk vanzelf).
5. Geef complimentjes.
6. Raak de ander per ongeluk aan. Let op: doe het niet te hard en niet te opvallend.
7. Leer de ander beter kennen via een chat.
8. Vraag een vriend of vriendin om te checken of het wederzijds is.

Bron: Lang leve de liefde magazine.

Als je verkering hebt, kun je zoenen, hand in hand lopen of elkaar aanraken. Het is belangrijk dat je weet wat de ander wel en niet wil. Misschien denken jullie hetzelfde over zoenen en vrijen. Praat daarover met elkaar. Stel elkaar vragen. Vertel ook dingen van jezelf. Het is niet raar als je iets (nog) niet wilt. En het is ook niet raar als je iets wel wilt. Seksualiteit en relaties ontdek je samen, in je eigen tempo. Doe niets wat je zelf (nog) niet wilt of wat de ander (nog) niet wil. Zo blijft het leuk voor jullie allebei.

Een gezonde relatie is wederzijds (je wilt het allebei) en gelijkwaardig (er is er niet één de baas). Ook heb je respect voor elkaar en je vertrouwt elkaar.

WENSEN EN GRENZEN

In een seksuele relatie zijn er dingen waarvan je hoopt dat ze gebeuren. Dat zijn je **wensen**. Er zijn ook dingen die je niet wilt of die je niet fijn vindt. Dat zijn je **grenzen**. Wensen en grenzen zijn heel persoonlijk. De een vindt tongzoenen fantastisch, de ander vindt het vies. Veel jongeren kennen hun eigen wensen en grenzen nog niet goed. In je eerste seksuele relatie(s) kun je ontdekken wat je wensen en grenzen zijn.

Soms merk je terwijl je bezig bent dat je iets niet fijn vindt. Je wordt onzeker, onrustig of je voelt je niet prettig. Dat betekent dat je een grens voelt bij jezelf. Als je voelt dat je een grens bereikt, neem dat gevoel dan serieus. Zeg het eerlijk tegen de ander. Als je verder gaat dan je eigenlijk wilt, heb je daar later spijt van.
Geeft je partner een grens aan, stop dan met wat je aan het doen bent. Voel je weerstand, maar weet je het niet zeker? Vraag dan of de ander het nog fijn vindt. Let ook op signalen, zoals niet aankijken of een afwerende houding. In afbeelding 5 lees je meer tips over wensen en grenzen.

Afb. 5

Wensen en grenzen respecteren

- Praat met elkaar over wat je wel en niet wilt.
- Laat zonder woorden merken wat je wel of niet wilt, bijvoorbeeld door iemands hand te sturen.
- Zeg het duidelijk als je iets niet wilt: 'Ik vind dit niet fijn, ik wil dit niet.'
- Zeg erbij wat de ander moet doen: 'Ik wil dat je daarmee stopt.'
- Als de ander jouw grens niet respecteert, is hij of zij je niet waard.

ONGEWENST GEDRAG

Een jongen die jou op de dansvloer aanraakt. Een meisje dat een sexy foto van jou aan iedereen laat zien. Je vriend of vriendin die tegen je zin met jou wil vrijen. Dit zijn voorbeelden van **seksueel grensoverschrijdend gedrag:** iemand maakt seksuele opmerkingen of verricht seksuele handelingen, terwijl jij dat niet wilt. Dit gedrag is niet oké. Je moet er iets van zeggen en hulp inroepen als diegene niet naar je luistert. Grenzen verschillen per persoon. Wat jij prima vindt, kan voor iemand anders grensoverschrijdend zijn.

Bij **ongewenste intimiteiten** raakt iemand je aan terwijl je dat niet wilt. Het kan ook gebeuren dat iemand je dwingt tot seksueel contact. Dit wordt **seksueel geweld** genoemd. Het slachtoffer wordt dan seksueel misbruikt. Bij **aanranding** worden met geweld of onder bedreiging seksuele handelingen verricht met een slachtoffer. Bij een **verkrachting** vindt ook geslachtsgemeenschap plaats. Aanranding of verkrachting door een familielid heet **incest.** Seksueel geweld is bij wet verboden en kan voor de daders leiden tot gevangenisstraf.
Seksueel geweld kan ook plaatsvinden via internet of chat (zie afbeelding 6).
Bijvoorbeeld: een meisje dwingt een jongen om zijn penis te laten zien voor de webcam.
Of een ex-vriendje dreigt naaktfoto's van een meisje te delen als zij niet doet wat hij wil.

Afb. 6 Via internet of chat kan seksueel geweld plaatsvinden.

Een **loverboy** is iemand die eerst erg aardig doet tegen een meisje en haar verleidt met aandacht en dure cadeaus. Een loverboy zorgt ervoor dat zijn vriendin alleen nog maar met hem omgaat. Zo krijgt hij macht over haar. Uiteindelijk wil hij iets terug voor zijn 'liefde'. Hij dwingt het meisje tot prostitutie om er veel geld aan te verdienen. Zoek hulp als je denkt dat de vriend van een van je vriendinnen een loverboy is. Praat met iemand die je vertrouwt, zoals je ouders of een docent.

Slachtoffers van seksueel geweld hebben vaak veel last van emotionele of lichamelijke problemen. Het is belangrijk dat iemand daar niet mee rond blijft lopen, maar hulp zoekt.

In afbeelding 7 staan websites waar je meer kunt lezen over seksualiteit.

Afb. 7

Websites over seksualiteit

Over seks en seksualiteit
www.sense.info
www.canyoufixit.nl

Over gender, sekse en seksuele oriëntatie
www.gsanetwerk.nl
www.iedereenisanders.nl
www.coc.nl
www.colourground.nl
www.seksediversiteit.nl

Voor hulp bij seksueel geweld
www.kindertelefoon.nl
www.centrumseksueelgeweld.nl
www.stoploverboys.nu
www.verbreekdestilte.nl

KENNIS

1 Vul de juiste woorden in.

- Het deel van de penis en van de clitoris dat gevoelig is voor seksuele prikkels, is de .....
- Door seksuele prikkels kan iemand een lekker gevoel krijgen. Dit heet klaarkomen of een .....
- Als iemand er zelf voor zorgt dat hij klaarkomt, heet dit zelfbevrediging of .....
- Lustbeleving, intimiteit en voortplanting zijn functies die horen bij .....
- Foto's, films of teksten met het doel iemand seksueel te prikkelen, noem je .....

Je seksuele oriëntatie zegt iets over op wie je verliefd kunt worden.
Kies de juiste naam bij elke groep.

A	op beide geslachten	○	○ 1 aseksueel
B	op het andere geslacht	○	○ 2 biseksueel
C	op hetzelfde geslacht	○	○ 3 heteroseksueel
D	op mensen	○	○ 4 homoseksueel
E	op niemand	○	○ 5 panseksueel

a Welke bewering over gender is juist?

- ○ A Gender bestaat uit eigenschappen en gedragingen.
- ○ B Gender geeft aan wat je seksuele oriëntatie is.
- ○ C Gender is hetzelfde als het geslacht dat je hebt.

b Welke bewering(en) over transgender is of zijn juist?

- ☐ A Aan de buitenkant kun je altijd zien of iemand een transgender is.
- ☐ B Een man die zich verkleedt als vrouw, is altijd een transgender.
- ☐ C Een transgender kan een geslachtsverandering ondergaan.
- ☐ D Een transgender voelt zich niet hetzelfde als het geslacht dat hij heeft.

In een seksuele relatie is het belangrijk dat je je grenzen en wensen uitspreekt naar de ander.

a Wat voor een gevoel kun je krijgen als je over je eigen grens gaat?

.....

.....

b Wat kun je doen als je denkt dat je de grens van de ander overschrijdt?

.....

.....

c Iemand doet iets wat tegen je zin in gaat, bijvoorbeeld een naaktfoto doorsturen of jou zoenen terwijl je dat niet wilt.
Waar zijn dit voorbeelden van?

.....

d Wanneer is er sprake van aanranding?

- ○ A Als er geslachtsgemeenschap plaatsvindt zonder dat je dat wilt.
- ○ B Als er seksueel contact is met een familielid.
- ○ C Als iemand je aanraakt terwijl je dat niet wilt.
- ○ D Als iemand je dwingt tot seksueel contact.

5

Samenvatting

Maak een samenvatting.

Orgasme: .....

Masturbatie: .....

Functies van seksualiteit:

.....

.....

Seksuele oriëntatie: .....

.....

.....

.....

.....

.....

Gender: .....

Transgender: .....

Wensen en grenzen: .....

.....

Seksueel grensoverschrijdend gedrag: .....

.....

INZICHT

6

a Vroeger dacht men dat alleen het orgasme van een man belangrijk was bij de voortplanting, omdat de functie duidelijk zichtbaar is. Nu denken sommige wetenschappers dat ook het orgasme van een vrouw belangrijk is om zwanger te raken. Wat is de functie van een orgasme bij de man?

.....

b Als een vrouw klaarkomt, trekken haar spieren rondom haar vagina meer samen. Ook beweegt haar baarmoedermond op en neer op de plaats in de vagina waar de man een zaadlozing heeft. Sommige mensen denken dat dit helpt om zwanger te worden. Wat zou de functie van het bewegen van de baarmoedermond voor de voortplanting kunnen zijn?

.....

.....

c Voor een vrouw is een orgasme ook belangrijk als ze niet zwanger wil worden. Leg dit uit.

.....

.....

a In veel gevallen heeft een meisje niet snel door dat haar nieuwe vriend een loverboy is.
Leg uit hoe het komt dat een meisje verliefd wordt op zo'n jongen.

.....

.....

b Na een tijdje zal het meisje doorkrijgen dat de loverboy geen goede bedoelingen met haar heeft.
Leg uit dat een meisje dan niet meer zomaar bij haar loverboy weg kan gaan.

.....

.....

c Leg uit waarom een meisje haar relatie met de loverboy niet snel met iemand anders zal bespreken.

.....

.....

.....

.....

8 Hier staan twaalf uitspraken.

a Geef aan of je het met de uitspraak eens of oneens bent.

- Als een jongen een meisje trakteert op een avondje uit, is het redelijk dat de jongen als tegenprestatie seks met het meisje verwacht. *eens / oneens*
- Een kneepje in de bil is zo onschuldig dat een jongen dit bij een meisje wel mag doen. *eens / oneens*
- Voor een goede vriend of vriendin kun je je voor een webcam wel uitkleden. *eens / oneens*
- Als je seksueel bent misbruikt, kun je daar maar beter met niemand over praten, want dan rakel je alle ellende alleen maar weer op. *eens / oneens*
- Verkrachters zijn bijna altijd eenzame, ongetrouwde, oude mannen. *eens / oneens*
- Het belangrijkste bij seks is dat je het zelf leuk hebt. *eens / oneens*
- Een meisje mag best een jongen versieren. *eens / oneens*
- Je moet je eigen grenzen op het gebied van seks op tijd aangeven; anders doe je al snel iets waar je later spijt van krijgt. *eens / oneens*
- Als een meisje zich uitdagend kleedt, lokt ze een verkrachting uit. *eens / oneens*
- Een loverboy herken je meteen aan zijn gedrag. *eens / oneens*
- Ik zou er moeite mee hebben als mijn beste vriend(in) homoseksueel zou zijn. *eens / oneens*
- Door porno op internet te kijken, zie je hoe seks in een relatie gaat. *eens / oneens*

b Bespreek de stellingen van vraag a met een klasgenoot.
Waren jullie het vaak met elkaar eens of juist niet?

.....

.....

Bonobo's zijn apen die nauw verwant zijn aan mensen. Bonobo's vormen hechte groepen waar weinig ruzie is. Hoewel ze veel op mensen lijken, verschilt hun seksuele gedrag van dat van de mens. Bonobo's hebben meerdere keren per dag seksueel contact met de verschillende leden van de groep, zonder het doel om zich voort te planten.

a Leg uit wat de functies kunnen zijn van dit gedrag. Geef er minimaal twee.

.....

.....

.....

.....

b Wanneer bonobo's seks hebben zonder het doel om zich voort te planten, maken zij geen onderscheid tussen het geslacht van de groepsgenoten.
Stel: je zou de seksuele contacten van bonobo's vergelijken met de seksuele oriëntatie van mensen.
Welke vormen van seksuele oriëntatie komen dan voor binnen de groep van bonobo's?

.....

.....

Afb. 8 Een bonobo heeft seksueel contact met een groepsgenoot.

SAMENHANG leefwereld

EEN X IN JE PASPOORT

De meeste mensen worden geboren als jongen of als meisje. Dit is je geslacht en dat staat ook in je paspoort vermeld, met een M voor man en een V voor vrouw. Heel soms komt het voor dat niet te zien is welk geslacht een baby heeft. Dit gebeurde ook bij Leonne Zeegers (1961) uit Breda. Haar ouders kozen ervoor om haar als jongen door het leven te laten gaan en in haar paspoort stond een M. Die registratie als man leverde op latere leeftijd problemen op voor Leonne. 'Ik heb me zo laten pushen om me mannelijk te gedragen. Uiteindelijk ben ik zo ver gegaan dat ik dacht: ik zit hartstikke verkeerd, ik zit in een verkeerd lijf.' Daarop is Leonne in transitie gegaan, zoals dat heet. Ze heeft zich dus laten opereren om vrouw te worden. In 2001 volgde haar registratie als vrouw. Maar ook dit bleek niet het juiste geslacht te zijn voor haar. In 2008 begon Leonne een strijd in de hoop dat het mogelijk was om een X in haar paspoort te krijgen. In oktober 2018 heeft de rechter besloten dat het tijd werd voor erkenning van een derde gender. Daarom kan Leonne nu met haar genderneutrale paspoort op reis.

Bron: www.nos.nl.

Afb. 9 Genderneutraal toilet.

10 Lees de tekst 'Een X in je paspoort'.
Als iemand genderneutraal is, is die persoon geen man en ook geen vrouw.

a Roy en Casper hebben een discussie over de seksualiteit van een genderneutraal persoon. Zij denken dat een genderneutraal persoon ook aseksueel is. Hun docent zegt dat dat niet juist is.
Leg uit dat mensen die genderneutraal zijn niet aseksueel zijn.

.....

.....

b Sinds 2013 kan een baby een X in het paspoort krijgen als het geslacht bij de geboorte niet duidelijk te zien is.
Welke kenmerken zijn bij deze baby's niet duidelijk?

.....

c Leonne voelt zich geen man en geen vrouw.
Heeft Leonne last gehad van genderdysforie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Veilig vrijen

LEERDOELEN

10 Je kunt enkele methoden voor geboorteregeling noemen en hun werking uitleggen.
11 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.

- Leren onderzoeken 1
- Practica 3 en 4

Door geslachtsgemeenschap kan een vrouw zwanger worden. Als dat niet de bedoeling is, gebruik je voorbehoedsmiddelen. Een condoom beschermt ook tegen besmetting met een geslachtsziekte.

ANTICONCEPTIE

Geboorteregeling betekent dat een vrouw, meestal samen met een man, bepaalt of zij een kind wil of niet. Als een vrouw niet zwanger wil worden, kan zij en/of de man voorbehoedsmiddelen of **anticonceptiemiddelen** gebruiken. Anti betekent 'tegen' en conceptie betekent 'bevruchting'. Bij bevruchting smelt de kern van een zaadcel samen met de kern van een eicel. Daardoor ontstaat een bevruchte eicel. Uit de bevruchte eicel kan in de baarmoeder een kind groeien.

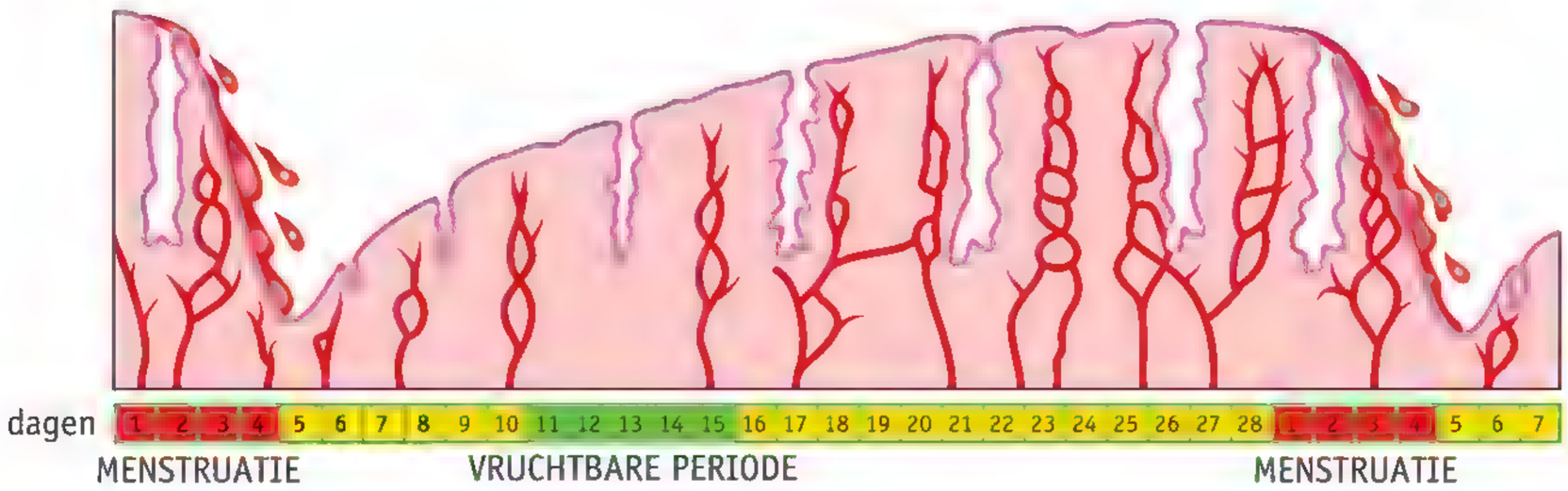
Afb. 1 Een condoom en de pil.

Voorbehoedsmiddelen voorkomen dat bevruchting plaatsvindt. De bekendste voorbehoedsmiddelen zijn het condoom en de anticonceptiepil (zie afbeelding 1). Vooral de pil is betrouwbaar. Dat betekent dat de kans dat een vrouw zwanger wordt, heel erg klein is als ze de pil gebruikt.

ONBETROUWBARE METHODEN

Na de ovulatie blijft een onbevruchte eicel maar 12 tot 24 uur in leven. Zaadcellen kunnen na een zaadlozing in het lichaam van een vrouw twee tot drie dagen in leven blijven. Elke vier weken is er dus maar een korte periode van ongeveer vijf dagen waarbinnen geslachtsgemeenschap kan leiden tot bevruchting. Dit noem je de vruchtbare periode. Deze duurt van ongeveer drie dagen voor de ovulatie tot ongeveer één dag na de ovulatie (zie afbeelding 2).

Afb. 2



Een van de oudste methoden om zwangerschap te voorkomen, is **periodieke onthouding**. Hierbij hebben een man en een vrouw geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode van ongeveer vijf dagen. Meestal kun je niet precies vaststellen wanneer de ovulatie plaatsvindt. Bij sommige vrouwen vindt de ovulatie eerder of later plaats dan gemiddeld. Daardoor is periodieke onthouding erg onbetrouwbaar. Dat betekent dat een vrouw toch zwanger kan worden. Vooral vrouwen met een onregelmatige menstruatiecyclus kunnen gemakkelijk zwanger raken zonder dat ze dat willen.

Een andere onbetrouwbare methode is **coïtus interruptus** (**onderbroken geslachtsgemeenschap**). Hierbij trekt de man zijn penis uit de vagina terug als hij zijn zaadlozing voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Maar voor het sperma kan er al voorvocht uit de penis komen. In dit voorvocht zitten vaak ook zaadcellen. Daardoor is deze methode erg onbetrouwbaar.

HET CONDOOM

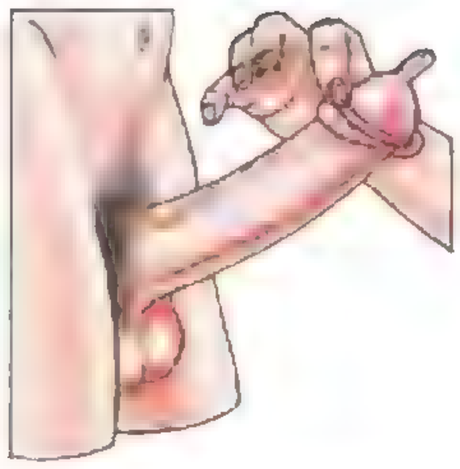
Een **condoom** is een hoesje van dun rubber dat om de penis in erectie wordt geschoven (zie afbeelding 3 en 4). Het sperma wordt opgevangen in het condoom, zodat het niet in de vagina komt. Na gebruik controleer je of het condoom niet lek is geraakt. Daarna leg je er een knoop in en gooit hem in de vuilnisbak.

Condooms zijn gemakkelijk, goedkoop en redelijk betrouwbaar. Een condoom mag je maar één keer gebruiken. Een nadeel is dat je het vrijen moet onderbreken om het condoom om te doen. Een voordeel is dat een condoom bescherming biedt tegen het overbrengen van ziekteverwekkers.

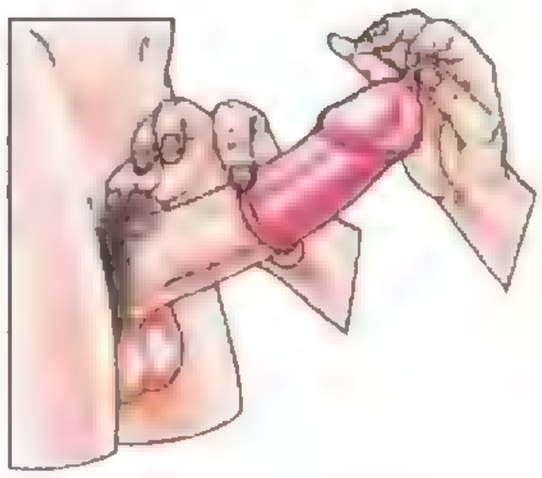
Afb. 3 Condooms koop je bij de drogist.

Afb. 4 Het gebruik van een condoom.

1 Haal het condoom uit de verpakking.



2 Plaats het condoom om de eikel.



3 Houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis.

Gebruik alleen condooms met het CE-veiligheidskeurmerk (zie afbeelding 5). Let ook op de houdbaarheidsdatum op de verpakking. Funcondooms (zie afbeelding 6) zijn gemaakt voor de grap. Ze zijn niet geschikt om er veilig mee te vrijen.

Afb. 5 CE-keurmerk en houdbaarheidsdatum.

Afb. 6 Funcondoom (niet veilig).

DE PIL

De pil (anticonceptiepil) is het meest gebruikte voorbehoedsmiddel. In de pil zitten hormonen die voorkomen dat een vrouw zwanger wordt. De hormonen zorgen ervoor dat er geen eicel vrijkomt (geen ovulatie). Daarnaast maken de hormonen het slijm in de baarmoederhals dikker, waardoor zaadcellen er minder goed doorheen kunnen. Ook hebben de hormonen invloed op de baarmoederwand, waardoor een bevruchte eicel daar geen plaats vindt om te gaan groeien. De pil is een zeer betrouwbaar voorbehoedsmiddel.

De pil moet dagelijks worden ingenomen, meestal met een onderbreking van één week per vier weken. In de week waarin wordt gestopt, vindt een lichte menstruatie plaats. Daarom wordt de pil soms ook voorgeschreven aan meisjes of vrouwen met een erg pijnlijke of onregelmatige menstruatie.

De tabletten zitten in een strip waarop de dagen van de week zijn aangegeven (zie afbeelding 7). Daardoor weet een vrouw het meteen als ze een dag vergeten is de pil in te nemen. Als je een pil vergeet, ben je tot de volgende menstruatie *niet* volledig beschermd tegen zwangerschap.

Als je voor het eerst de pil wilt gaan gebruiken, heb je een recept nodig van de huisarts. Daarna kun je de pil steeds halen bij de apotheek. De huisarts en de apotheek geven informatie over de werking en het gebruik van de pil.

Afb. 7 Verschillende anticonceptiepillen.

NOODMAATREGELEN

Soms gaat er iets mis. Een vrouw kan na de seks ontdekken dat ze is vergeten de pil in te nemen. Een condoom kan scheuren of afglijden. In zulke gevallen zijn er noodmaatregelen mogelijk om een zwangerschap te voorkomen. Ook als een vrouw is gedwongen tot geslachtsgemeenschap kan ze deze maatregelen toepassen.

De **morning-afterpil** is een pil die grote hoeveelheden hormonen bevat. De pil moet binnen drie dagen (72 uur) na de geslachtsgemeenschap worden geslikt. De morning-afterpil werkt het best als deze binnen twaalf uur na de geslachtsgemeenschap wordt geslikt. Een vrouw kan erg misselijk worden van de morning-afterpil. Ze moet dan opletten dat de pil niet door overgeven weer naar buiten komt. De morning-afterpil is zonder recept verkrijgbaar bij drogist en apotheek, maar mag niet te vaak worden gebruikt. Het is geen voorbehoedsmiddel, maar een noodmaatregel.

Wanneer een vrouw zwanger is, wordt ze niet ongesteld. Na de eerste dag waarop de menstruatie had moeten plaatsvinden, is ze **overtijd.** Om zeker te weten dat ze zwanger is, kan ze naar de huisarts gaan of een zwangerschapstest doen (zie afbeelding 8). Ze plast over het uiteinde van de stick. De test meet de hormonen in de urine en geeft aan of de vrouw zwanger is of niet.

Afb. 8 Zwangerschapstest.

Een vrouw die onbedoeld zwanger is geworden, kan ervoor kiezen de zwangerschap af te breken. Ze kiest dan voor een **abortus.** Ook medische redenen of praktische problemen kunnen aanleiding zijn om te kiezen voor een abortus. De FIOM (www.fiom.nl) kan helpen bij deze beslissing.
Als een vrouw minder dan zestien dagen overtijd is, kan een abortus direct plaatsvinden. Is ze langer overtijd, dan geldt een wettelijke bedenktijd van vijf dagen. De bedenktijd gaat in op het moment dat een vrouw haar keuze bespreekt met een (huis)arts.

Abortus is toegestaan tot de 24e week van de zwangerschap. In de praktijk houden artsen 22 weken aan. De methode hangt onder andere af van hoelang de vrouw zwanger is. Tot en met de 7e week kan een abortuspil worden geslikt. Vanaf de 8e week wordt de baarmoeder leeggezogen met een zuigpompje. Na de 13e week van de zwangerschap is de ingreep zwaarder.

In Nederland is abortus (onder voorwaarden) toegestaan, gratis en veilig. Dat is niet overal zo. Over abortus wordt namelijk heel verschillend gedacht. Sommige mensen vinden dat een vrouw zelf mag kiezen ('baas in eigen buik', zie afbeelding 9.1). Anderen noemen het moord op een ongeboren kind (zie afbeelding 9.2). Voor weer anderen hangt het ervan af hoe een vrouw zwanger is geraakt.

Afb. 9 Verschillende standpunten over abortus.

1

2

SOA

Er zijn ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmet persoon. Deze ziekten noem je **seksueel overdraagbare aandoeningen** (**soa's**) of **geslachtsziekten.** Besmetting kan plaatsvinden door geslachtsgemeenschap en door ander seksueel contact tussen geslachtsorganen, mond of anus. Je kunt géén soa oplopen door een vies toilet of door te drinken uit het glas van een ander. De ziekteverwekkers van soa's gaan buiten het lichaam van een mens namelijk snel dood. De meest voorkomende soa in Nederland is chlamydia (zie tabel 1). Aids is misschien het meest bekend, maar komt veel minder vaak voor. Bij chlamydia is de ziekteverwekker een bacterie, bij aids een virus. Om te weten of je besmet bent met chlamydia, hiv of een andere soa, kun je een **soa-test** doen. Dat kan bij een soa-centrum van de GGD.

Tabel 1 Aantal diagnoses in Nederland in 2018.

Soa	Bij CSG*	Bij de huisarts	Totaal
Chlamydia	21 021	39 800	60 821
Genitale wratten	1 314	41 900	43 214
Genitale herpes	426	25 800	26 226
Gonorroe	7 362	9 500	16 862
Syfilis	1 224	onbekend	(1224)
Hiv	249	onbekend	(249)
Hepatitis B en C	112	51 (huisarts + ziekenhuizen)	163

* *CSG staat voor Centrum Seksuele Gezondheid, bijvoorbeeld bij de GGD of Sense.*

Bron: RIVM, Sexually transmitted infections in the Netherlands in 2018.

CHLAMYDIA

De bacterie die **chlamydia** veroorzaakt, komt vooral voor bij mensen tussen 15 en 30 jaar. Bij twee derde van de besmette meisjes en bij de helft van de besmette jongens veroorzaakt de bacterie geen ziekteverschijnselen. Deze personen merken niets van de besmetting, maar kunnen chlamydia wel overdragen op mensen met wie ze seksueel contact hebben.
De chlamydiabacterie kan een ontsteking veroorzaken van de anus, de baarmoedermond en de urinebuis. Een jongen merkt dat aan een (waterige) afscheiding uit de penis, pijn bij het plassen en pijn in de balzak. Een meisje merkt dat aan pijn bij het plassen, pijn bij het vrijen en pijn in de onderbuik. Als chlamydia niet tijdig wordt behandeld, kan de ontsteking uitbreiden naar de eileiders of bijballen. Een vrouw kan daardoor onvruchtbaar worden (ze kan dan geen kinderen krijgen).

HIV

Aids wordt veroorzaakt door een virus, **hiv** (human immunodeficiency virus). Iemand kan besmet zijn zonder dat er ziekteverschijnselen optreden. Als iemand besmet is met hiv, is diegene **seropositief**. Je kunt het virus oplopen door onveilige seks (zonder condoom) via bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht van een besmette persoon.
Een seropositieve persoon moet zo snel mogelijk **hiv-remmers** slikken. Deze medicijnen remmen de vermenigvuldiging van het virus in het lichaam. Genezing van een hiv-infectie is niet mogelijk. Hoe later men start met hiv-remmers, hoe groter de kans om aids te krijgen. Aids kan dodelijk zijn.
Bij **aids** is het afweersysteem van de besmette persoon aangetast. Hierdoor wordt deze persoon vatbaar voor allerlei ziekten, zoals darm- en longontstekingen of huidkanker. Iemand met aids kan allerlei ziekten krijgen, soms zelfs meerdere ziekten tegelijk. Aids heeft dus geen specifieke ziekteverschijnselen.

KENNIS

1 Maak de tekst kloppend. Kies uit: *baarmoeder – bevruchte – bevruchting – eicel – niet – tegen – vagina – voor – wel – zaadcel*.

Als een vrouw ..... zwanger wil worden, kan zij anticonceptiemiddelen gebruiken. Anti betekent ..... en conceptie betekent .....
Als er ..... plaatsvindt, smelt de kern van de eicel samen met de kern van een ..... De ..... eicel die dan ontstaat, kan in de ..... uitgroeien tot een kind.

2 Hier staan vier methoden van anticonceptie.

a Is de methode betrouwbaar of onbetrouwbaar?

anticonceptiepil	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
coïtus interruptus	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
condoom	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*
periodieke onthouding	*betrouwbaar / onbetrouwbaar*

b Beschermt de methode wel of niet tegen het overbrengen van ziekten?

anticonceptiepil	beschermt *wel / niet* tegen ziekten
coïtus interruptus	beschermt *wel / niet* tegen ziekten
condoom	beschermt *wel / niet* tegen ziekten
periodieke onthouding	beschermt *wel / niet* tegen ziekten

3 Wanneer er iets misgaat met de anticonceptie, kan een vrouw zwanger worden terwijl ze dat niet wil. Ze heeft dan verschillende keuzen.
Tot hoeveel dagen of weken zijn de volgende noodmaatregelen mogelijk?

A	abortus met bedenktijd	○	○ 1 3 dagen
B	directe abortus	○	○ 2 16 dagen
C	morning-afterpil	○	○ 3 24 weken

4 **a** Een soa kun je krijgen van een persoon die besmet is met die soa.
Geef aan of je op de volgende manieren een soa kunt krijgen.

- uit hetzelfde glas drinken als iemand die genitale wratten heeft *ja / nee*
- zoenen met iemand die chlamydia heeft *ja / nee*
- een hand geven aan iemand die besmet is met hiv *ja / nee*
- geslachtsgemeenschap hebben met iemand die syfilis heeft *ja / nee*

b Paul heeft met iemand seks gehad en hij weet niet zeker of die ander een soa heeft.
Hij heeft nog geen klachten, maar twijfelt toch of hij iets heeft opgelopen.
Hoe kan Paul erachter komen of hij een soa heeft opgelopen?

.....

c In tabel 1 staat een overzicht van het aantal mensen dat in 2018 in Nederland een soa kreeg.
Hoeveel mensen hebben in 2018 in totaal een soa gekregen?

.....

.....

d Huisartsen denken dat de aantallen in tabel 1 niet kloppen, omdat lang niet iedereen met een soa naar de huisarts gaat.
Waarom zal niet iedereen naar de huisarts gaan? Geef twee redenen.

.....

.....

.....

.....

5

Samenvatting

Maak een samenvatting door afbeelding 10 in te vullen.

Afb. 10

geboorteregeling:

• betrouwbare methoden

-

-

• onbetrouwbare methoden

-

-

• noodmaatregelen

- binnen uur:

- tot weken:

• voorbeelden en kenmerken van soa's:

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

• (nog) geen klachten: *wel / niet* besmettelijk!

6

Periodieke onthouding en coïtus interruptus zijn onbetrouwbare manieren van anticonceptie.

a Leg uit waarom periodieke onthouding niet betrouwbaar is.

.....

.....

b Leg uit waarom coïtus interruptus niet betrouwbaar is.

.....

.....

c Een ander nadeel van coïtus interruptus is dat de man voldoende zelfbeheersing moet hebben. Leg dat uit.

.....

.....

.....

INZICHT

Er zijn verschillende soorten anticonceptiepillen. In afbeelding 11 zie je een deel van de bijsluiter van een bepaald soort pil. Dit deel van de bijsluiter legt uit wat een vrouw moet doen als ze de pil niet op tijd heeft geslikt. Door een pil niet in te nemen, wordt de kans op een zwangerschap namelijk groter (als je geslachtsgemeenschap hebt gehad).

a In afbeelding 12 zie je drie vrouwen. Ze zijn ieder een of meer pillen vergeten. In het schema van afbeelding 11 staan vijf keuzen aangegeven met de letters A tot en met E. Welke keuze moet de vrouw maken? Kies de juiste letter(s).

Lieve: *A / B / C / D / E*
Wai Yan: *A / B / C / D / E*
Suzy: *A / B / C / D / E*

b Het kan gebeuren dat de anticonceptiepil niet goed werkt, bijvoorbeeld door ziekte of vergeten de pil te slikken. Dan zijn er noodmaatregelen mogelijk. Mensen denken verschillend over noodmaatregelen. Sommigen vinden het goed dat het mag, anderen vinden van niet.
Vind jij het goed dat vrouwen de mogelijkheid hebben om een zwangerschap af te breken of te voorkomen? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

c Maria gebruikt geen anticonceptie, omdat ze denkt dat ze de dag erna altijd nog de morning-afterpil kan halen.
Leg uit dat dit niet klopt.

.....

.....

.....

d Wanneer zal Maria ervoor kiezen om de morning-afterpil te halen?

- ○ A in de eerste week van haar cyclus
- ○ B in het midden van haar cyclus
- ○ C in de laatste week van haar cyclus

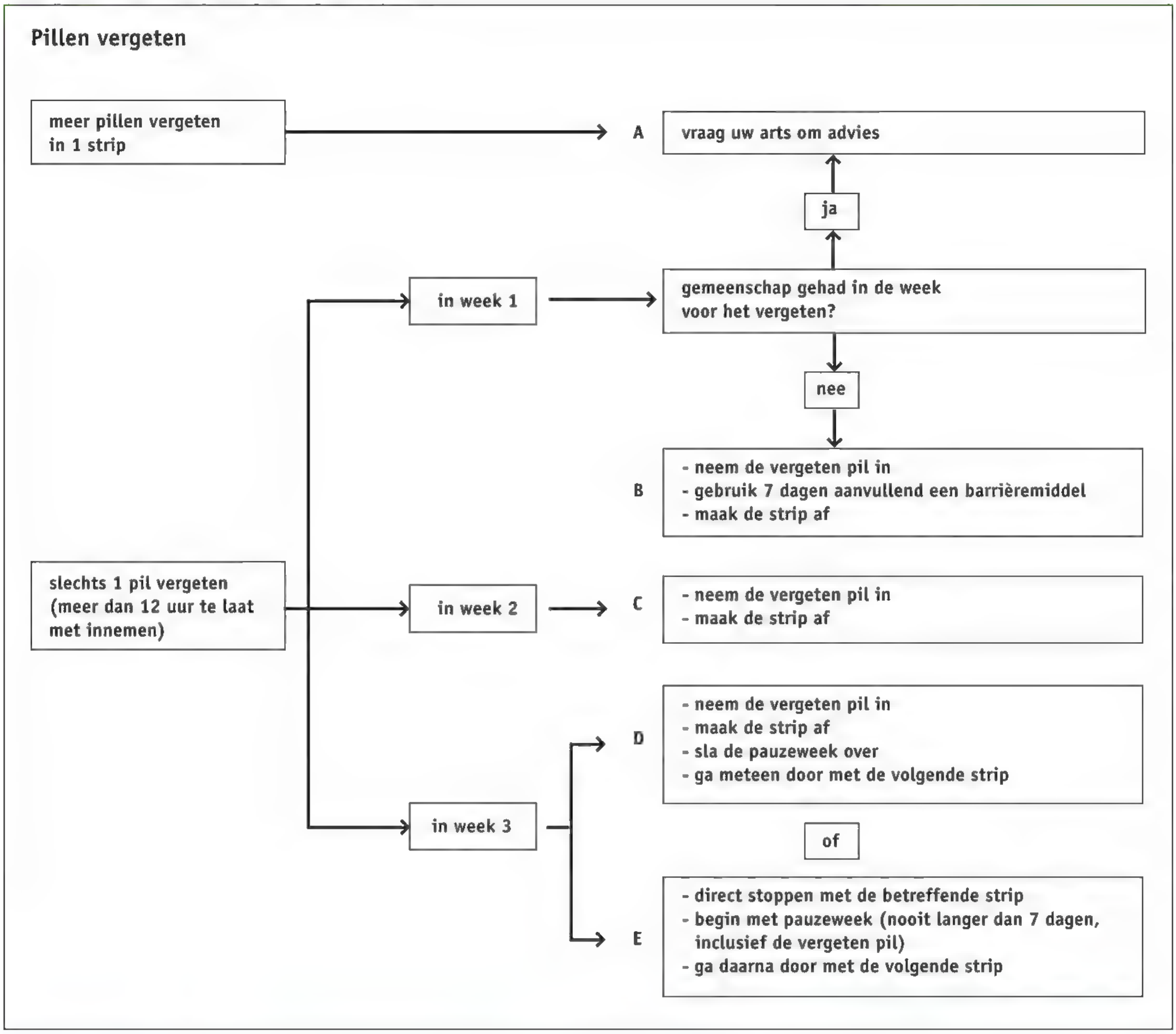
e Bij keuze B staat: 'Gebruik 7 dagen aanvullend een barrièremiddel'.
Wat wordt daarmee bedoeld, denk je?

.....

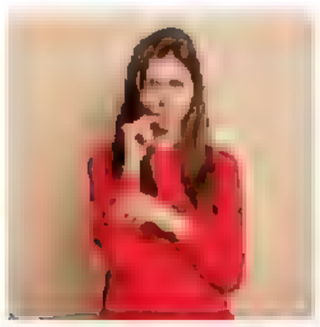
.....

.....

Afb. 11 Bijsluiter als je de pil vergeten bent.

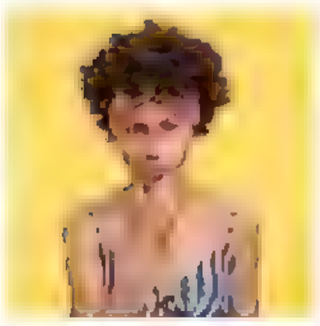


Afb. 12



Op maandagavond ontdekt Lieve dat ze zondagavond de pil is vergeten. De afgelopen weken heeft ze geen geslachtsgemeenschap gehad.

Op maandagavond ontdekt Wai Yan dat ze zaterdagavond en zondagavond de pil is vergeten terwijl ze op zondagavond geslachtsgemeenschap had.



Op maandagavond ontdekt Suzy dat ze zondagavond de pil is vergeten. Op de vrijdag ervoor heeft ze geslachtsgemeenschap gehad.

8 Lees de tekst 'Hoe gebruik je een condoom?' in afbeelding 13.
Om te zorgen dat een condoom veilig is, is het belangrijk dat je het goed gebruikt.

a Waarom mag een condoom niet beschadigen voordat je het gebruikt?

.....

.....

b Als een jongen een zaadlozing heeft gehad, wordt de penis vaak snel weer slap.
Leg uit dat het belangrijk is dat de jongen zijn penis na de zaadlozing snel uit de vagina haalt.

.....

.....

c Schaamluis is een soa die niet op de penis of in de vagina zit, maar in het schaamhaar.
Leg uit dat een condoom je niet beschermt tegen schaamluis.

.....

.....

.....

d Paula is aan de pil. De kans dat zij zwanger raakt, is erg klein. Toch kan het soms verstandig zijn om tijdens geslachtsgemeenschap een condoom te gebruiken.
Wanneer is het verstandig dat Paula ook een condoom gebruikt?

.....

.....

.....

.....

.....

Afb. 13

Hoe gebruik je een condoom?

Gebruik een condoom slechts eenmaal.

- Pak het condoom voorzichtig vast, omdat het kan worden beschadigd door nagels of scherpe voorwerpen.
- Controleer of de opgerolde kant aan de buitenkant zit. Knijp het topje van het condoom (reservoir) voorzichtig met de vingers dicht en plaats het condoom over de top van de stijve penis.
- Rol het condoom zo ver mogelijk af. Stop en controleer voor je verder gaat of het condoom niet afglijdt of te strak zit, omdat het dan zou kunnen scheuren. Na de zaadlozing moet het condoom snel worden verwijderd. Houd het condoom goed vast aan de onderrand voordat je de penis terugtrekt.
- Gooi het condoom in de vuilnisbak, niet in het toilet.

Bron: www.durex.nl.

Mensen die katten fokken, lenen hun kater soms uit om een poes van een andere fokker te dekken. Dan wordt altijd door beide eigenaren gevraagd naar een gezondheidsverklaring. Dit betekent dat het dier is getest op een aantal ziekteverwekkende bacteriën en virussen die ernstige ziekten veroorzaken.

a Waarom is het juist bij katten die voor de fok worden gebruikt belangrijk dat zij een gezondheidsverklaring hebben?

.....

.....

.....

b Een fokker heeft zijn kater het afgelopen jaar drie keer uitgeleend voor een dekking. Dit was bij drie verschillende poezen.
Wanneer heeft deze fokker een gezondheidsverklaring moeten aanvragen bij de dierenarts?

- ○ A alleen voor de eerste dekking
- ○ B alleen voor de derde dekking
- ○ C voor de tweede en derde dekking
- ○ D voor alle drie de dekkingen

Afb. 14 Zogende kittens.

SAMENHANG leefwereld

WAT MOET JE WETEN OVER EEN SOA-TEST?

Een soa-test kun je laten doen bij je huisarts en bij de GGD. Bij de GGD is het mogelijk om een soa-test anoniem te doen. Ben je onder de 25 jaar, dan is de test gratis.
Het onderzoek gaat in drie stappen:

- Lichamelijk onderzoek: een arts of verpleegkundige kijkt of er symptomen van een soa te zien zijn, bijvoorbeeld bij de huid.
- Bloedonderzoek: hiermee kunnen veel soa's worden opgespoord, zoals syfilis, hepatitis B en hiv. Voor hiv is er ook een snel-test, dan weet je binnen vijftien minuten de uitslag.
- Urineonderzoek of uitstrijkje: in de urine kunnen ziekteverwekkers van de soa zitten. Die kunnen op deze manier worden opgespoord. Een uitstrijkje kan worden genomen uit de vagina, de urinebuis bij mannen, de anus of de keel. Met een klein staafje worden dan wat cellen afgeschraapt en die worden onderzocht. Dit doet geen pijn.

Na een week kun je langskomen of bellen voor de uitslag. Heb je een soa, dan is deze vaak te verhelpen met medicijnen of een zalf. Ben je hiv-positief, dan krijg je een gesprek om al je vragen te beantwoorden.
Als je een soa hebt, is het ook belangrijk dat je de mensen met wie je seks hebt gehad, laat weten dat je een soa hebt.

Bron: www.soaaids.nl.

Afb. 15 Buisjes bloed voor een soa-test.

10 Lees de tekst 'Wat moet je weten over een soa-test?'.
Bij de GGD is het mogelijk om anoniem een soa-test te laten doen.

a Leg uit waarom het belangrijk kan zijn voor iemand om anoniem de soa-test te laten doen.

.....

.....

.....

b Samuel denkt dat hij misschien een soa heeft opgelopen, maar durft geen test te laten doen.
Leg uit dat het erg onverstandig is als Samuel geen test laat doen.

.....

.....

c Het is niet alleen voor jezelf belangrijk om te weten of je een soa hebt, maar ook voor je vriend of vriendin.
Leg uit waarom het belangrijk is om het je vriend of vriendin te vertellen als je een soa hebt.

.....

.....

d Als je in het verleden met andere mensen seks hebt gehad, is het soms ook belangrijk om deze mensen te vertellen dat je een soa hebt. Bijvoorbeeld als je chlamydia of hiv hebt.
Leg uit waarom je eerdere partners moet vertellen dat je chlamydia of hiv hebt.

.....

.....

e Natuurlijk is voorkomen beter dan genezen. Niemand wil een soa oplopen.
Geef drie manieren hoe je kunt voorkomen dat je een soa oploopt.

....

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Zwangerschap

LEERDOELEN

12 Je kunt beschrijven hoe de bevruchting bij de mens verloopt.
13 Je kunt beschrijven hoe een zwangerschap verloopt.
14 Je kunt uitleggen wat prenataal onderzoek is en hiervan voorbeelden noemen.

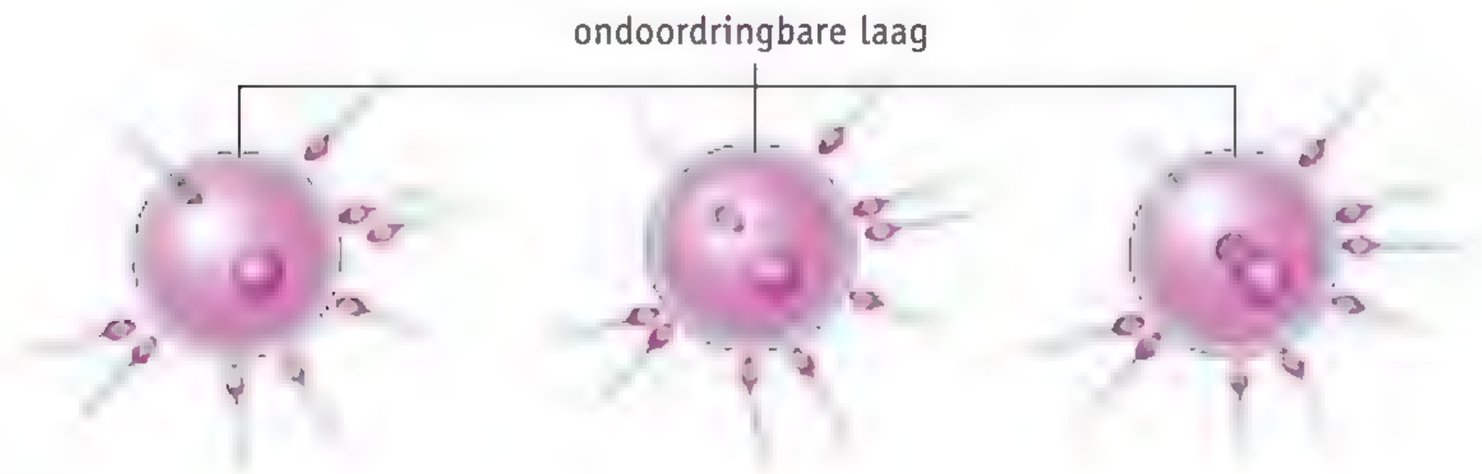
Als een zaadcel de eicel na de ovulatie bevrucht, kan de eicel in leven blijven.
De bevruchte eicel kan in de baarmoeder uitgroeien tot een kind.

BEVRUCHTING

Bij geslachtsgemeenschap kan sperma in de vagina komen. De zaadcellen bewegen zich dan met behulp van hun zweepstaart in de richting van de baarmoeder en de eileiders. Komen ze daar een eicel tegen, dan kan deze worden bevrucht. De **bevruchting** van een eicel door een zaadcel vindt plaats in een eileider. Bij bevruchting versmelt de kern van een mannelijke geslachtscel met de kern van een vrouwelijke geslachtscel.
Bij bevruchting dringt de kop van een zaadcel de eicel binnen (zie afbeelding 1). De zweepstaart van de zaadcel blijft achter. Zodra de kop (kern) van een zaadcel de eicel is binnengedrongen, wordt de buitenste laag van de eicel ondoordringbaar. Hierdoor is het voor andere zaadcellen niet meer mogelijk deze eicel binnen te dringen.

Afb. 1 Bevruchting van een eicel (schematisch).

1 eicel omringd door zaadcellen



2 De kern van een van de zaadcellen dringt de eicel binnen.

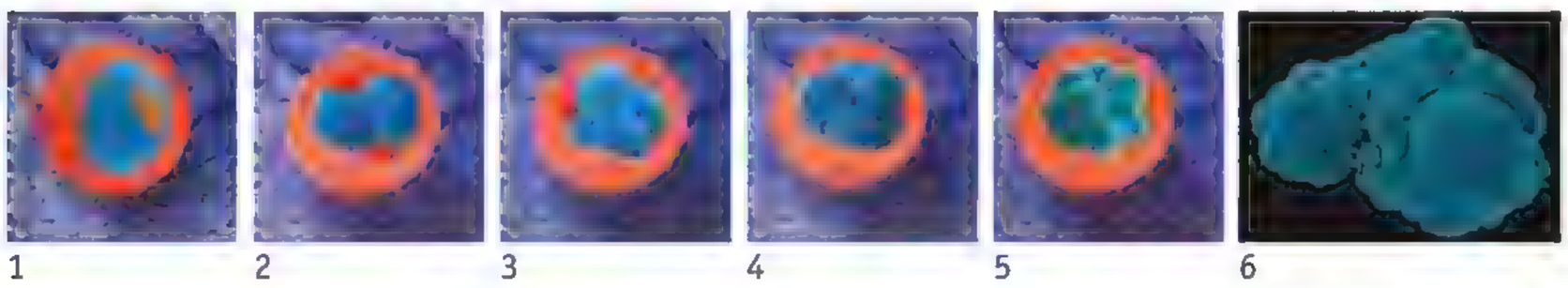
3 De kernen van de zaadcel en de eicel versmelten met elkaar (bevruchting).

INNESTELING

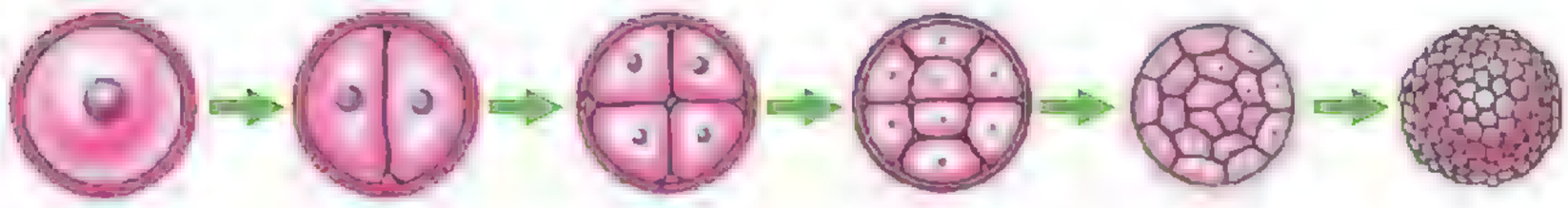
De bevruchte eicel gaat zich meteen een aantal keren delen (zie afbeelding 2). Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt via de eileider vervoerd naar de baarmoeder. Het baarmoederslijmvlies is na de ovulatie erg dik en bevat veel bloedvaten. Het klompje cellen zet zich vast in het slijmvlies van de baarmoeder. Dat heet **innesteling** (zie afbeelding 3). Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet afgestoten en er vindt geen menstruatie plaats. De vrouw is zwanger. Gedurende de zwangerschap wordt de vrouw niet ongesteld.

De innesteling van het klompje cellen vindt plaats vijf tot zeven dagen na de ovulatie. Het klompje cellen groeit uit tot een kind. Het kind wordt ongeveer 38 weken na de bevruchting geboren.

Afb. 2 De eerste delingen van de bevruchte eicel.

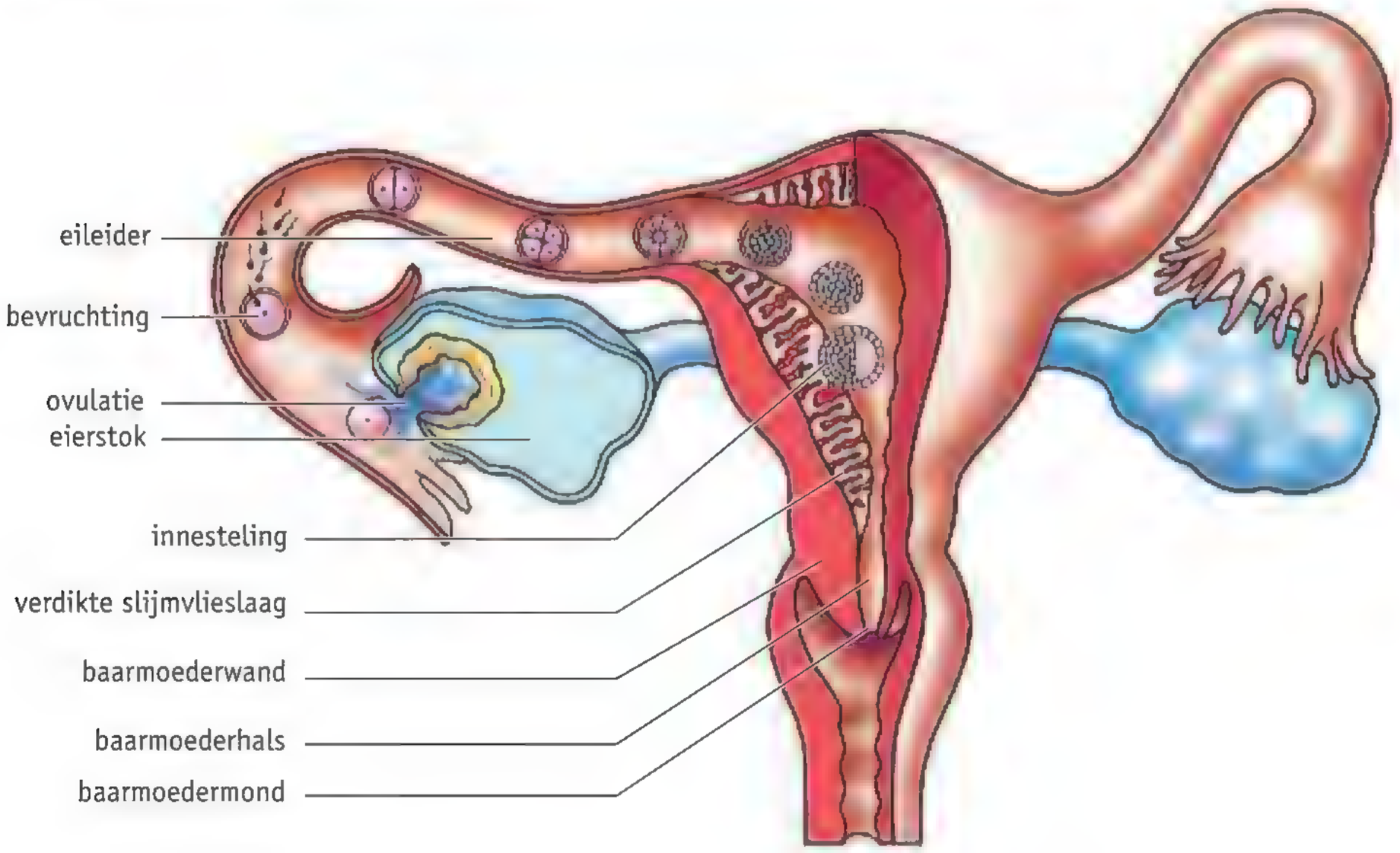


1 microscopische foto's



2 schematische tekening

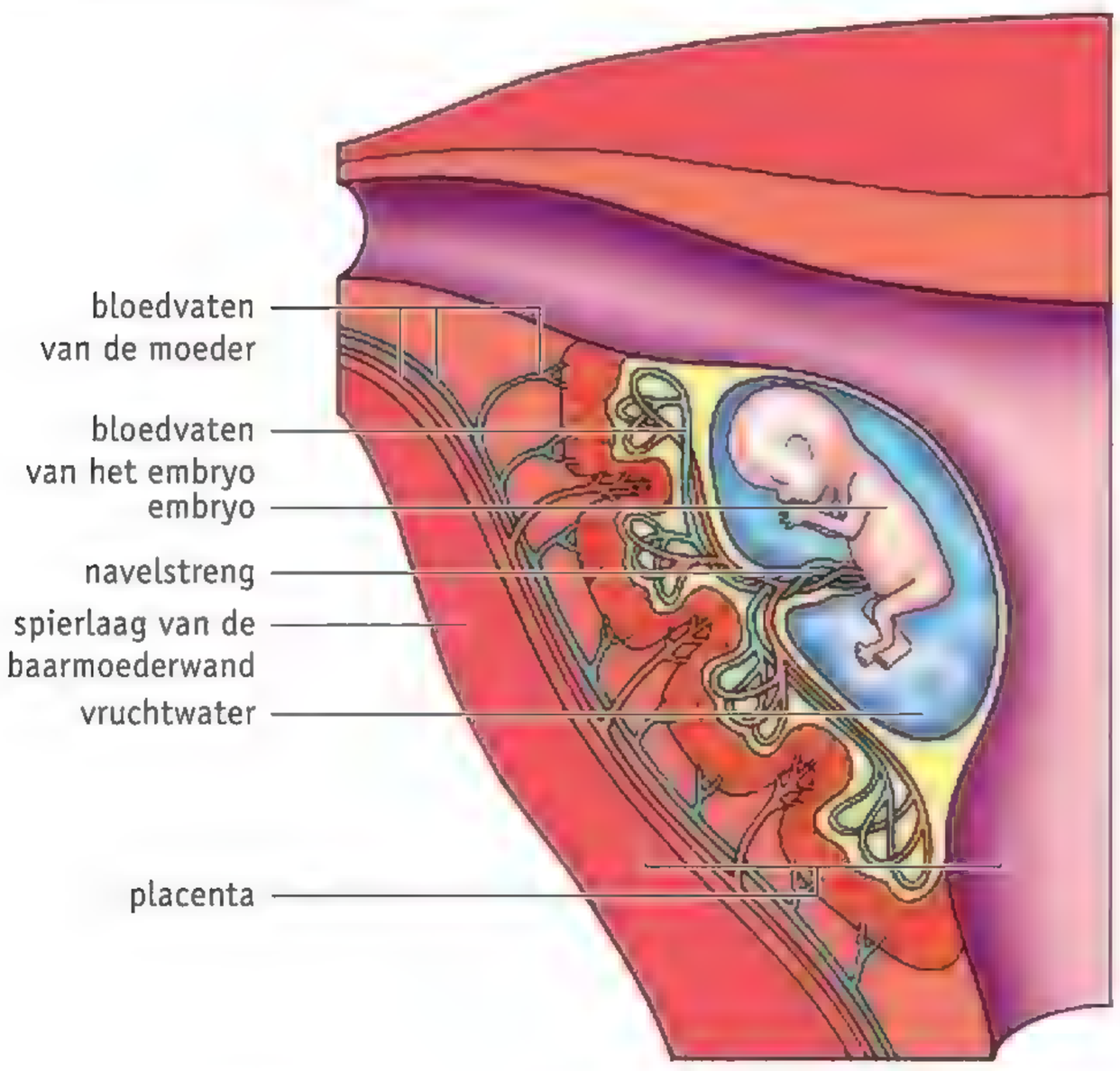
Afb. 3 Vervoer van het klompje cellen naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies.



ZWANGERSCHAP

Het kind ontwikkelt zich in de baarmoeder. De eerste weken noem je het een **embryo**. Vanaf de achtste week na de bevruchting noem je het een **foetus** (spreek uit: feutus). Na de geboorte noem je het een baby. De eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding van het embryo. Daarna ontstaat de **placenta** of **moederkoek** (zie afbeelding 4). Dat is een speciaal deel van de baarmoederwand dat wordt gemaakt door het kind en de moeder. In de placenta stroomt bloed in bloedvaten van het embryo vlak langs het bloed van de moeder. Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo en omgekeerd. Het bloed van de moeder stroomt niet *door* het embryo, maar blijft door dunne vliezen gescheiden van het bloed van het embryo.
Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta. Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo. Afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.

Afb. 4 Embryo in het baarmoederslijmvlies.



Om de foetus liggen twee **vruchtvliezen**. Daarbinnen bevindt zich vloeistof: het **vruchtwater** (zie afbeelding 5). De foetus drijft in het vruchtwater. Hierdoor wordt de foetus beschermd tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisseling van de temperatuur. Bovendien kan de foetus zich hierin gemakkelijk bewegen. Na negen maanden zwangerschap is de baby 'klaar' om geboren te worden.

Afb. 5 Verschillende stadia in de ontwikkeling van een ongeboren kind.

1 embryo, zes weken oud

2 foetus, acht weken oud

3 foetus, twaalf weken oud

4 foetus, vijf maanden oud

ECHOGRAFIE EN PRENATAAL ONDERZOEK

Als een vrouw tussen acht en twaalf weken zwanger is, wordt meestal een **echo** (echografie) gemaakt. Met behulp van geluidsgolven ontstaat een beeld van de foetus in de baarmoeder (zie afbeelding 6). Aan de hand van deze echo kan de verloskundige bepalen hoelang de vrouw precies zwanger is en wanneer het kind dus ongeveer geboren zal worden.

Tijdens de zwangerschap kan worden onderzocht of de moeder een grotere kans heeft op een kind met een aangeboren afwijking of erfelijke ziekte. Dit noem je **prenataal onderzoek** (pre = voor, nataal = de geboorte). Ook kan het geslacht van de baby worden bepaald. Prenatale tests zijn niet verplicht.

De eerste prenatale test die een moeder krijgt aangeboden, is de **combinatietest**. Deze vindt plaats tussen de negende en de veertiende week van de zwangerschap. Met de combinatietest wordt vastgesteld of er een kans is op een kindje met downsyndroom. De test bestaat uit een bloedonderzoek bij de moeder en een nekplooimeting bij de foetus. De meting van de nekplooi wordt gedaan met een echo. Met de resultaten van beide tests wordt berekend of er een verhoogde kans is op een kind met downsyndroom.

Sinds 2017 kan een zwangere vrouw in Nederland ook kiezen voor de NIPT, maar alleen als ze deelneemt aan een wetenschappelijk onderzoek. **NIPT** staat voor niet-invasieve prenatale test. Bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht. In het bloed zit een beetje DNA van de placenta. Dit is bijna altijd hetzelfde DNA als dat van het kind. Uit het bloedonderzoek kan blijken dat er een verhoogde kans is op een kind met een erfelijke ziekte. De NIPT is mogelijk na elf weken zwangerschap.

Na ongeveer twintig weken zwangerschap kan nogmaals een echo worden gemaakt. Bij deze **20-wekenecho** (zie afbeelding 6.1) wordt de foetus onderzocht op verschillende aangeboren afwijkingen aan het hart, de hersenen, de organen en de ledematen. Ook kan het geslacht van de foetus worden bepaald.
Naast de (gratis) echo's die nodig zijn voor onderzoek aan de foetus, kunnen aanstaande ouders ook een **pretecho** laten maken. Een pretecho dient alleen om de foetus alvast te zien. Dat kan ook in 3D (zie afbeelding 6.2) of 4D (een filmpje).

Afb. 6 Echo's.

1 20-wekenecho

2 pretecho

KENNIS

1

a Bij een vrouw die zwanger wordt, vindt een aantal processen plaats.
Zet de processen in de juiste volgorde.

..... bevruchte eicel groeit uit tot een klompje cellen

..... bevruchting

..... geboorte

..... innesteling

..... klompje cellen groeit uit tot een kind

..... ovulatie

b De eicel wordt bevrucht door een zaadcel.
Waar wordt de eicel bevrucht door de zaadcel?

- ○ A in de baarmoeder
- ○ B in de eileider
- ○ C in de vagina

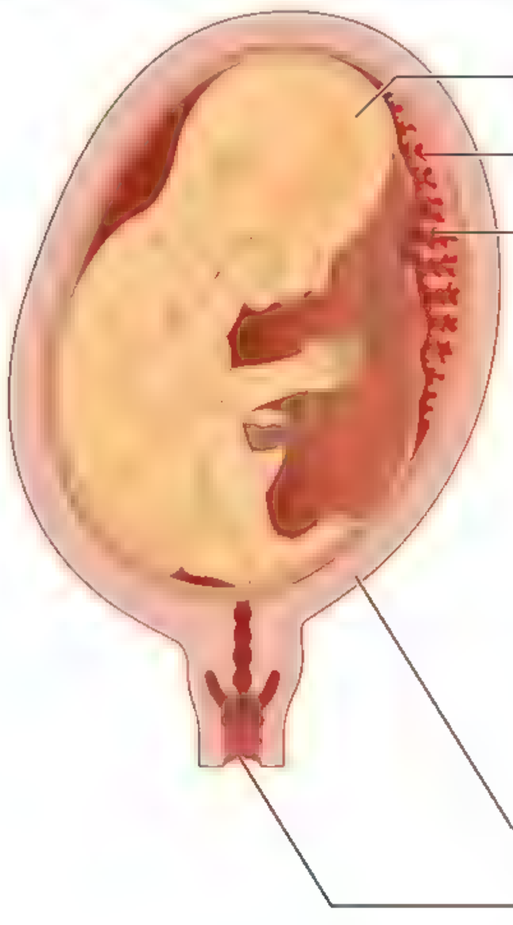
c Hoeveel zaadcellen kunnen de eicel bevruchten?
één zaadcel / twee zaadcellen / meer dan vijf zaadcellen

d Als de eicel is bevrucht, gaat hij zich daarna innestelen.
Waar vindt de innesteling plaats?

- ○ A in de baarmoeder
- ○ B in de eileider
- ○ C in de vagina

Een baby groeit in de baarmoeder van een vrouw.
Zet de namen bij de genummerde delen. Gebruik daarbij: *afvalstoffen – baarmoederwand – foetus – placenta – vagina – voedingsstoffen – zuurstof.*

Afb. 7 Baby in de baarmoeder.



1 .....
2 .....
3 .....
en 4 ..... gaan via de placenta naar het bloed van de foetus,
5 ..... uit het bloed van de foetus gaan via de placenta terug naar het bloed van de moeder
6 .....
7 .....

Tijdens de zwangerschap groeit niet alleen de baby in de baarmoeder, er ontstaan ook andere delen.
Zoek bij elke omschrijving het juiste deel.

A	Beschermt de baby tegen harde geluiden en stoten.	○	1 embryo
B	Een baby van 6 weken oud in de baarmoeder.	○	2 foetus
C	Een baby van 18 weken oud in de baarmoeder.	○	3 navelstreng
D	Een stevig koord waarin bloedvaten lopen van en naar de navel van de baby.	○	4 placenta
E	Hier vindt de uitwisseling van zuurstof en voedingsstoffen plaats.	○	5 vruchtvliezen
F	Houdt de baby en de vloeistoffen bij elkaar.	○	6 vruchtwater

Tijdens de zwangerschap zijn er verschillende onderzoeken mogelijk aan het ongeboren kind, zoals de combinatietest en de NIPT.

a Hoe heet dit soort onderzoeken? .....

b Welke drie dingen kunnen worden onderzocht tijdens de zwangerschap?

1 .....

2 .....

3 .....

c Kies bij elke uitleg het juiste onderzoek.

A	In het bloed van de moeder zitten cellen van de placenta die worden onderzocht.	○	○ 1 20-wekenecho
B	Met geluidsgolven wordt een beeld van de baby gemaakt.	○	○ 2 combinatietest
C	Nekplooimeting bij de baby en bloedonderzoek bij de moeder naar het syndroom van Down.	○	○ 3 echografie
D	Onderzoek naar aangeboren afwijkingen aan het hart, de hersenen, organen en de ledematen.	○	○ 4 NIPT

d Is een vrouw verplicht deze onderzoeken uit te laten voeren? *ja* / *nee*

5 **Samenvatting**

Maak een samenvatting met de volgende begrippen: bevruchting, innesteling, embryo, foetus, placenta, navelstreng, vruchtvliezen, vruchtwater, echo, combinatietest, NIPT, 20-wekenecho.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

INZICHT

Soms lukt het vrouwen niet om zwanger te raken. Het is dan mogelijk om rijpe eicellen bij een vrouw weg te nemen en deze buiten het lichaam te bevruchten met een zaadcel. Dit heet ivf (in-vitrofertilisatie). De kern uit de zaadcel wordt dan in de eicel gebracht met een heel kleine naald (zie afbeelding 8). Als de bevruchte eicel zich goed ontwikkelt, wordt hij na een aantal dagen in de baarmoeder geplaatst.

a Van de zaadcel is alleen de kern nodig.
Leg uit waarom de staart van de zaadcel bij ivf niet nodig is.

.....

.....

.....

b Een tijdje nadat de eicel in de baarmoeder is teruggeplaatst, kan een vrouw zwanger zijn.
Wanneer weet een vrouw zeker dat zij zwanger is zonder dat zij een zwangerschapstest heeft gedaan? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

c In afbeelding 9 zie je een eicel met zaadcellen.
Heeft op het moment van de tekening al bevruchting plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

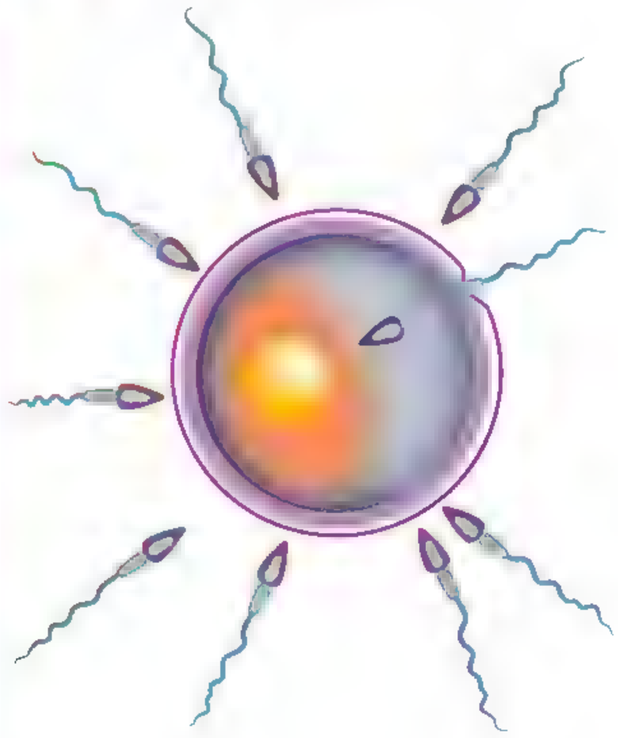
.....

.....

.....

Afb. 8 Ivf.

Afb. 9 Eicel met zaadcellen.



Sommige vrouwen hebben veel last van ochtendmisselijkheid tijdens het begin van hun zwangerschap. In de jaren zestig van de vorige eeuw kregen zwangere vrouwen tegen de misselijkheid het medicijn Softenon voorgeschreven. Helaas gaf dit medicijn ernstige bijwerkingen voor het ongeboren kind.

a Op welke manier kwam dit medicijn in het lichaam van de baby terecht?

.....

b Gebruik bij deze vraag tabel 1.
Leg uit dat deze kinderen soms geboren werden zonder of met maar halve ledematen.

.....

.....

c Gebruik bij deze vraag tabel 1.
Sommige vrouwen gebruikten alleen Softenon in de laatste twee maanden van hun zwangerschap.
Leg uit dat hun baby's minder afwijkingen hadden.

.....

.....

d In dezelfde periode kregen sommige zwangere vrouwen het medicijn DES voorgeschreven om te zorgen dat zij geen miskraam kregen. Later bleek dat de meisjes die geboren werden afwijkingen hadden aan hun eileiders, baarmoeder en baarmoedermond. Deze afwijkingen zorgden ervoor dat deze organen hun functie niet meer goed konden uitvoeren.
Kon bij deze meisjes nog een eisprong plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

.....

e Leg uit dat de meisjes die geboren werden, onvruchtbaar waren.

.....

.....

Tabel 1 Voorkomende klachten zwangere vrouw en ontwikkeling baby per maand.

	Klachten bij zwangere vrouw	Ontwikkeling baby
Maand 1	Niet ongesteld worden, misselijk, vermoeid, gevoelige borsten	Bevruchte eicel begint zich te delen, groepje cellen nestelt in het baarmoederslijmvlies.
Maand 2	Misselijk, vermoeid, gevoelige borsten, stemmingswisselingen	Alle organen zijn ontwikkeld, inclusief ledematen, hersenen en zenuwstelsel beginnen zich te ontwikkelen.
Maand 3	Misselijk, vermoeid, gevoelige borsten, stemmingswisselingen, obstipatie	De botten gaan groeien, deze bestaan nog uit kraakbeen, gezicht begint te vormen.
Maand 4	Gewicht neemt toe, buik wordt zichtbaar	Krijgt donshaartjes, gehoor begint te werken en reageert op geluiden.
Maand 5	Brandend maagzuur, vaker plassen, meer honger	Haalt adem door vruchtwater in te ademen en weer uit te ademen, slikt het vruchtwater ook door en plast het weer uit.
Maand 6	Brandend maagzuur, vaker plassen, meer vocht vasthouden, harde buiken, obstipatie	Ogen gaan soms open, weegt nu bijna een kilo.
Maand 7	Brandend maagzuur, vaker plassen, harde buiken, volle borsten, bekkenpijn	Smaakpapillen op de tong ontwikkelen zich.
Maand 8	Brandend maagzuur, vaker plassen, harde buiken, volle borsten, bekkenpijn, vermoeid	Gaat al goed liggen voor de bevalling, met het hoofd naar beneden.
Maand 9	Brandend maagzuur, vaker plassen, harde buiken, volle borsten, bekkenpijn, vermoeid	Groeit de laatste maand nog ongeveer een kilo tot ongeveer 3,5 kilo.

Een kangoeroe is een buideldier. Dit betekent dat het jong al vroeg in de ontwikkeling als embryo wordt geboren en daarna lange tijd in de buidel verblijft. Als het jong wordt geboren, is het ongeveer 2 cm groot en weegt het maximaal één gram. Na de geboorte kruipt het jong snel de buidel in om zich vast te zuigen aan een tepel om direct melk te gaan drinken. In de weken hierna laat het de tepel niet los. De buidel sluit zich bijna helemaal. Pas als het jong groter wordt, wordt ook de opening groter zodat het tijdelijk uit de buidel kan.

a Leg uit dat de foetus van een mens tijdens de ontwikkeling in de buik van de moeder geen moedermelk hoeft te drinken en de foetus van een kangoeroe in de buidel wel.

.....

.....

b De foetus van de kangoeroe krijgt via de moedermelk alleen voedingsstoffen, terwijl bij de mens de foetus ook nog zuurstof krijgt van de moeder.
Leg uit dat dit bij een kangoeroefoetus niet nodig is.

.....

.....

Afb. 10 Kangoeroe met jong in de buidel.

Als uit de NIPT blijkt dat een vrouw een verhoogde kans heeft om een kind te krijgen met een erfelijke ziekte, kan er een vruchtwaterpunctie of een vlokkentest worden gedaan.

a Bij de vlokkentest onderzoekt men het DNA uit de cellen van de placenta, net als bij de NIPT. Toch is de vlokkentest betrouwbaarder dan de NIPT.
Leg uit waarom een vlokkentest betrouwbaarder is dan de NIPT.

.....

.....

b Een vruchtwaterpunctie is de meest betrouwbare manier van prenataal onderzoek.
Er worden cellen van het embryo die in het vruchtwater 'zweven', weggehaald en onderzocht.
Leg uit dat een vruchtwaterpunctie het meest betrouwbaar is.

.....

.....

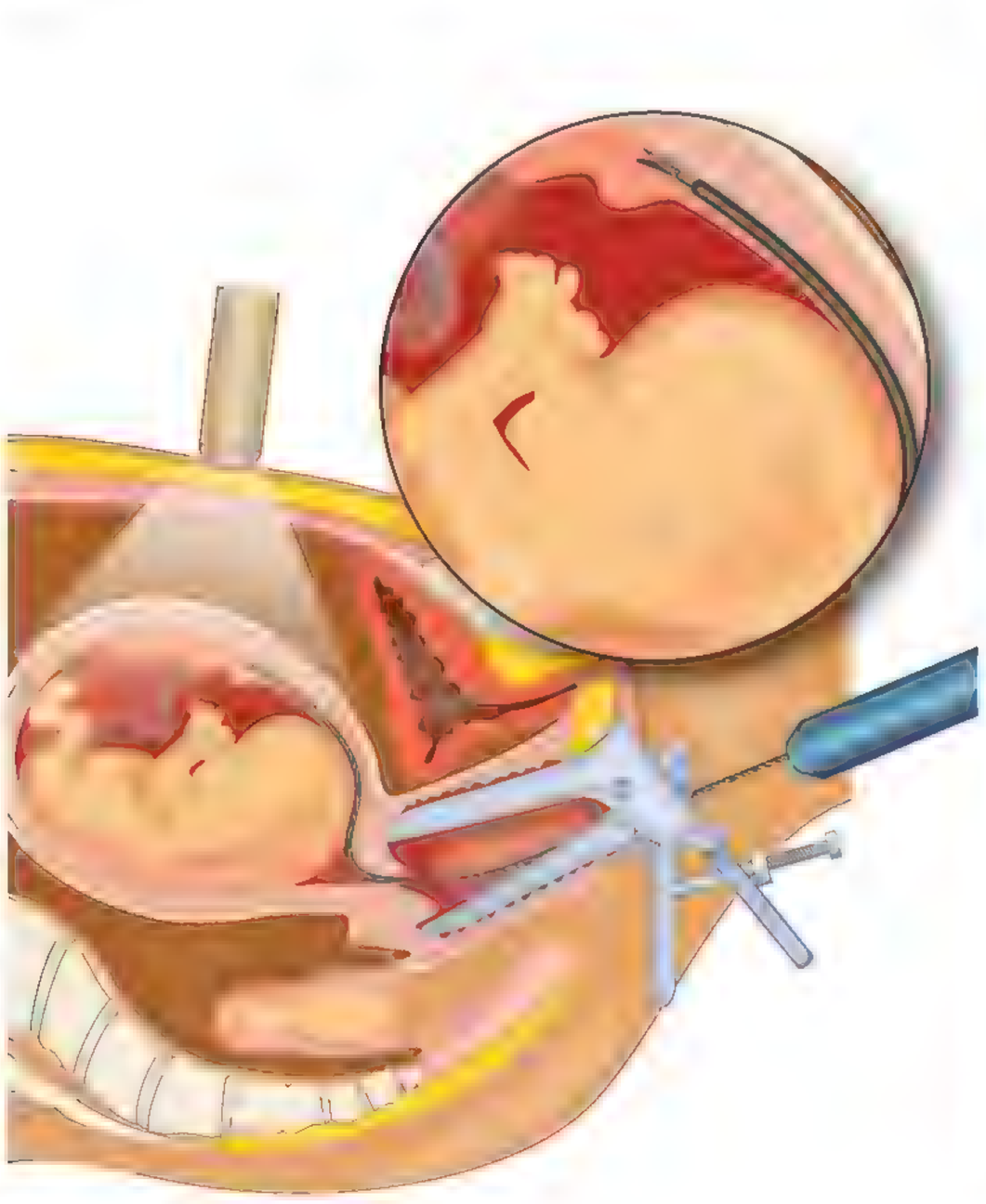
c Er is een kans dat een vrouw vruchtwater blijft 'lekken' na een vruchtwaterpunctie (zie afbeelding 11).
Leg uit hoe een vrouw vruchtwater kan blijven verliezen.

.....

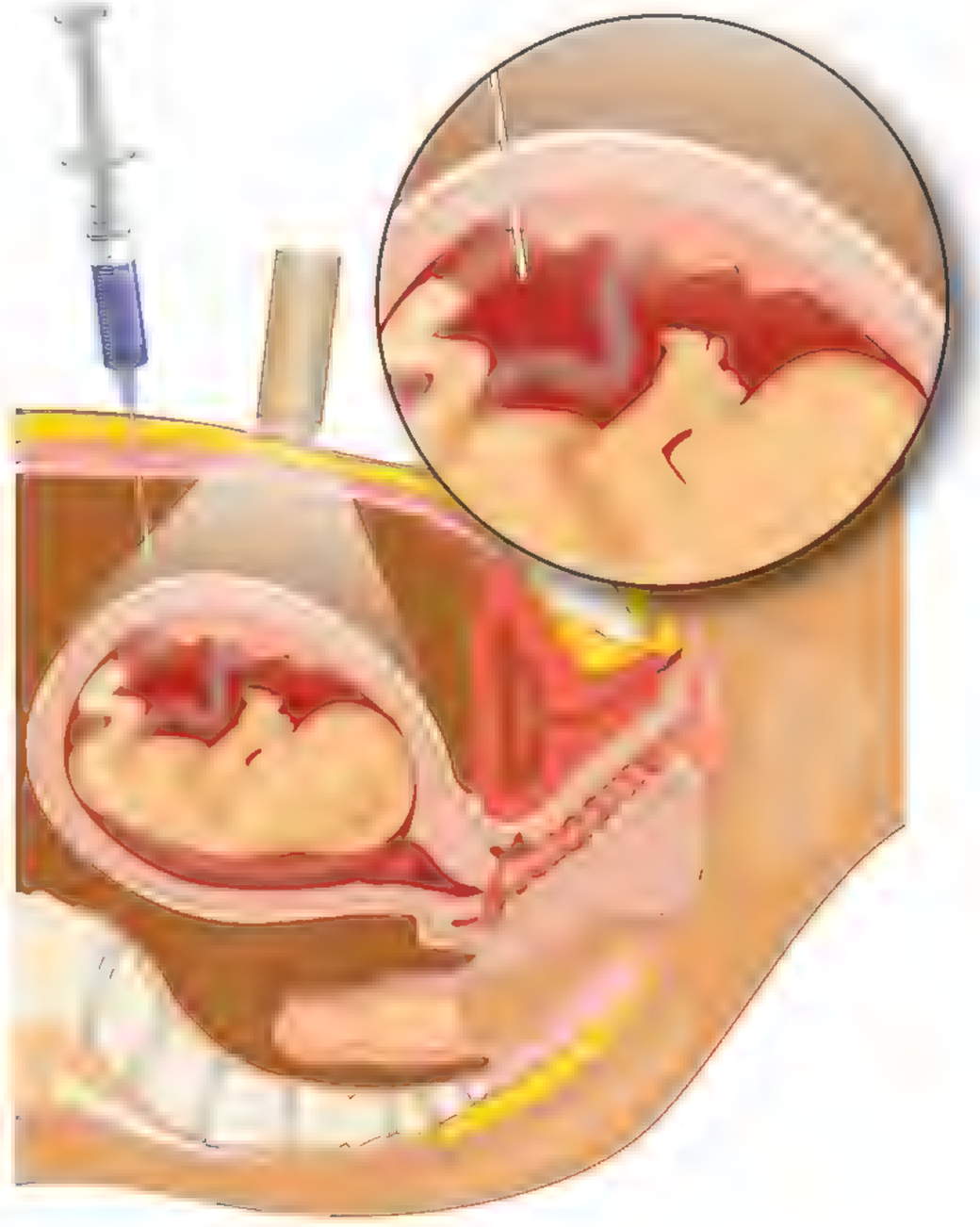
.....

.....

Afb. 11 Vlokkentest en vruchtwaterpunctie.



1 vlokkentest



2 vruchtwaterpunctie

SAMENHANG beroep

KRAAMVERZORGENDE

Marit is kraamverzorgende. Marit vertelt: 'Ik ondersteun de ouders en houd de gezondheid van de pasgeboren baby goed in de gaten. Een baby vraagt heel veel tijd en aandacht van de ouders en zet hun wereld vaak op z'n kop. Ik help met huishoudelijke taken. Omdat de moeder net bevallen is, moet zij voldoende rust nemen. Zo kan zij niet alle taken in huis zelf doen, zoals de was, eten maken en eventueel voor haar oudere kinderen zorgen. Daar ondersteun ik haar dan in. Ook geef ik voorlichting over de verzorging van de baby of voorlichting over borstvoeding. Voor veel ouders is het helemaal nieuw om voor zo'n klein baby'tje te zorgen, en zij weten niet altijd hoe ze dat het best kunnen doen.
Ik voer ook medische controles uit bij de moeder en de baby, zoals de temperatuur opmeten, het gewicht van de baby bijhouden en bijhouden of hij genoeg drinkt, plast en poept.
Als kraamverzorgster maak ik veel geboorten van heel dichtbij mee. Voor ouders is de geboorte van hun kind een ingrijpende, spannende en vaak ook mooie gebeurtenis. Ik vind het heel mooi dat ik hier elke keer bij mag zijn.'

Afb. 12 Kraamverzorgende aan het werk.

10 Lees de tekst 'Kraamverzorgende'.

a Tijdens de bevalling komt er vaak een grote hoeveelheid vocht naar buiten.

Wat is dit voor vocht? .....

b Meestal knipt de vader na de geboorte de navelstreng door, maar in sommige gevallen kan de kraamverzorgende dat ook doen.
Welke belangrijke stoffen gaan via de navelstreng van moeder naar kind?

.....

c Als je graag kraamverzorgende wilt worden, kun je de mbo-opleiding verzorgende IG volgen. Daarna kun je kiezen voor de specialisatie tot kraamverzorgende.
Lijkt het je leuk om hier je beroep van te maken? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

PAARSE VRIJDAG

Elk jaar op de tweede vrijdag van december is het Paarse Vrijdag. Door op Paarse Vrijdag paars te dragen naar school laat je zien dat je oké bent met alle genders en seksuele oriëntaties en dat iedereen zichzelf zou moeten kunnen zijn.

AANDACHT

Voor elke middelbare school is het verplicht om aandacht te besteden aan LHBTI-acceptatie. Toch gebeurt dat nog niet overal. Als je het aan de schoolleiders vraagt, dan zegt 80% dat hun school er aandacht aan besteedt. Maar vraag je het aan de leerlingen, dan zegt maar 20% dat het op hun school gebeurt.

Op veel middelbare scholen en roc's in Nederland wordt Paarse Vrijdag gevierd. Met de dag wordt benadrukt dat er veel verschillende genders en seksuele oriëntaties mogelijk zijn. Op Paarse Vrijdag dragen de leerlingen paarse kleding (zie afbeelding 1). Paars is de kleur van de onderste baan in de regenboogvlag. In die vlag staat de kleur paars voor karakter.

Afb. 1

VRIJHEID

GSA staat voor Gender and Sexuality Alliance. In het Nederlands is dat een verbond tussen alle genders en seksuele oriëntaties. Het is een groep scholieren die vindt dat iedereen op school de vrijheid heeft om te kunnen zijn wie ze zijn. Niemand zou zich hoeven schamen of verantwoorden. De GSA's op de scholen vormen samen een landelijk netwerk. Behalve Paarse Vrijdag organiseert de GSA ook allerlei andere acties, zoals evenementen rondom Valentijnsdag.

EENZAAM

Aandacht voor LHBTI-acceptatie is hard nodig, en niet alleen op Paarse Vrijdag. Dat blijkt uit een onderzoek onder meer dan duizend Nederlandse leerlingen. De helft van de LHBTI-leerlingen wordt uitgescholden vanwege hun seksuele oriëntatie. Meer dan 70% wordt buitengesloten door andere leerlingen. Ook worden er veel roddels en leugens verspreid. Het gevolg is dat LHBTI-leerlingen zich vijf keer vaker dan gemiddeld eenzaam voelen. Jongeren die transgender zijn, hebben vaker last van depressieve gevoelens en ze denken vaker aan de dood. Paarse Vrijdag is een opsteker voor alle jongeren die het gevoel hebben dat ze 'anders' zijn, er met niemand over durven te praten en weinig steun vinden bij hun ouders of vrienden.

OPDRACHTEN

Stel: jullie hebben in de klas een discussie over wensen en grenzen in een seksuele relatie.

a Een klasgenoot zegt: 'Ik houd er niet van om jongens met elkaar te zien zoenen. Als ze dat doen, gaan ze echt een grens over bij mij. Ik vind dat ze die grens moeten respecteren.'
Leg uit dat deze klasgenoot niet goed heeft begrepen wat er wordt bedoeld met wensen en grenzen in een seksuele relatie.

.....

.....

.....

b Een andere klasgenoot zegt dat hij de aanval op loverboys vaak overdreven vindt. Hij zegt dat iedereen wensen en grenzen heeft, en dat de wensen van een loverboy net zo goed gerespecteerd moeten worden als de wensen van anderen.
Wat heeft deze klasgenoot niet goed begrepen?

.....

.....

.....

Veel LHBTI-leerlingen hebben last van pestgedrag of voelen zich buitengesloten. Daarom organiseert de GSA behalve Paarse Vrijdag ook de ssstilte-challenge op de Day of Silence. Op die dag houden leerlingen twaalf uur lang hun mond om stil te staan bij de gevolgen van pesten (zie afbeelding 2). Jongeren die gepest of buitengesloten worden hoor je namelijk vaak niet, omdat ze onzeker zijn of bang zijn om nog meer gepest te worden.
Geef voor elke groep aan waarom de ssstilte-challenge juist voor hen nuttig is.

Afb. 2 Ssstilte-challenge.

- Leerlingen die wel meedoen aan de challenge maar zelf niet gepest of buitengesloten worden.

.....

.....

- Leerlingen die gepest of buitengesloten worden, maar niet meedoen aan de challenge.

.....

.....

- Leerlingen die niet meedoen aan de challenge en ook zelf niet gepest of buitengesloten worden.

.....

.....

.....

.....

Als iemand transgender is, kan hij of zij worden geopereerd. Het geslacht wordt dan veranderd. Deze operatie kun je pas krijgen als je 18 jaar of ouder bent. Aan het begin van de puberteit kan een transgender-jongere wel bepaalde medicijnen slikken. Die medicijnen worden puberteitsremmers genoemd. Ze stoppen de ontwikkeling tot volwassene.

a Op welke geslachtskenmerken hebben puberteitsremmers invloed?

op ..... geslachtskenmerken

b Welk voordeel heeft het stilzetten van de ontwikkeling tot volwassene?

.....

.....

.....

c Soms denken kinderen dat ze transgender zijn, maar blijkt dat later toch niet het geval. Welk soort ontwikkeling moet iemand doormaken om zeker te weten dat hij of zij transgender is? *geestelijke / lichamelijke* ontwikkeling

d In welke levensfase zit je als je 18 jaar bent?
Je bent dan een *schoolkind / puber / adolescent / volwassene / oudere*.

Op de meeste scholen in Nederland zijn gescheiden toiletten. Er zijn dan jongens- en meisjestoiletten. Maar het is niet verplicht om gescheiden toiletten te hebben. Toiletten mogen ook genderneutraal zijn. Ze kunnen dan door iedereen worden gebruikt, welk geslacht of gender je ook hebt. Net als thuis.

a Waarom hebben de meeste leerlingen geen moeite met het kiezen tussen een jongens- of een meisjestoilet?

.....

.....

.....

b Waarom is het voor transgenders wel lastig als er geen genderneutrale toiletten zijn?

.....

.....

.....

.....

.....

c Wat zouden de nadelen van een genderneutraal toilet voor meisjes kunnen zijn? En voor jongens?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d Op veel toiletten hangen urinoirs en in Amsterdam staan veel openbare toiletten in de vorm van een krul (zie afbeelding 3). Niet iedereen kan gebruikmaken van deze toiletten.
Heeft dat te maken met het gender of met het geslacht? Leg je antwoord uit.

.....

.....

e Bij het GSA-netwerk kun je toiletstickers bestellen, die veranderen van man naar vrouw als je erlangs loopt. Zo maak je van elk toilet een genderneutraal toilet.
Lijkt dat je een goed idee voor jullie school? Leg uit waarom.

.....

.....

Afb. 3 Urinoirs en een zogenoemde krul in Amsterdam.

Het is voor elke middelbare school verplicht om aandacht te besteden aan LHBTI-acceptatie.

a Wat doet jullie school aan LHBTI-acceptatie?

.....

.....

.....

.....

b Vind je dat er op jouw school genoeg aan LHBTI-acceptatie wordt gedaan? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

.....

7 Meer voorbehoedsmiddelen

LEERDOEL

15 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.

Naast de pil en het condoom zijn er nog verschillende andere manieren om zwangerschap te voorkomen (zie afbeelding 1). Deze worden vooral door de vrouw gebruikt.

HORMONEN

De **NuvaRing** is een kunststof ring die dezelfde hormonen bevat als de pil (zie afbeelding 2.1). Een meisje brengt de NuvaRing zelf aan in haar vagina. Ze draagt de ring drie weken onafgebroken met daarna een pauzeweek. Bij goed gebruik is de NuvaRing even betrouwbaar als de pil.
Ook de prikpil, de anticonceptiepleister (zie afbeelding 2.2) en het anticonceptiestaafje bevatten dezelfde hormonen als de pil en zijn erg betrouwbaar.
Bij de **prikpil** krijgt een vrouw om de drie maanden een injectie met een hormoon dat de ovulatie remt. De menstruatie neemt af en blijft soms geheel weg. Als een vrouw stopt met de prikpil kan het soms wel twee jaar duren voordat de menstruaties terugkomen.
Een **anticonceptiepleister** wordt drie weken op de huid gedragen en wekelijks vervangen. Daarna is er een pauzeweek.
Het **anticonceptiestaafje** is ongeveer zo groot als een lucifer en wordt ingebracht onder de huid in de bovenarm. Elke dag geeft het staafje een heel kleine hoeveelheid hormonen af aan het lichaam. Het staafje kan drie jaar blijven zitten.

Afb. 1 Verschillende anticonceptiemiddelen.

Afb. 2

1 NuvaRing

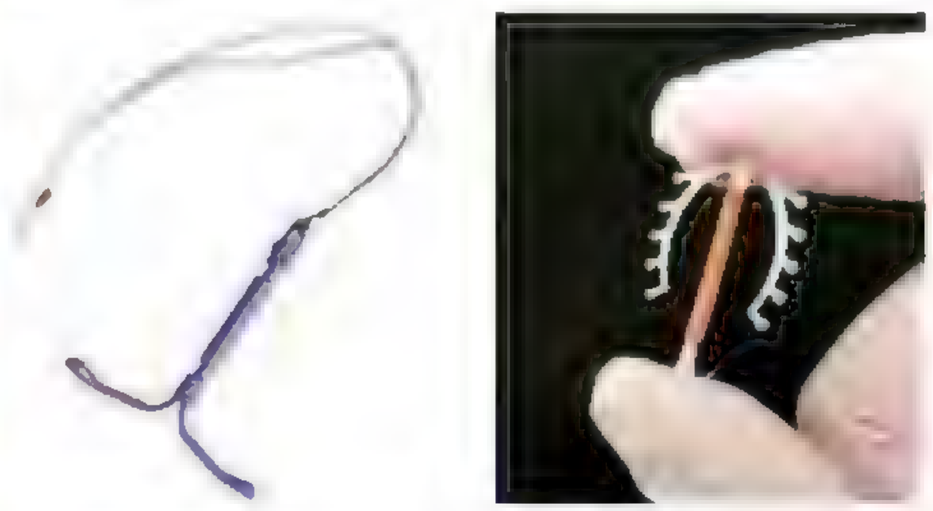
2 anticonceptiepleister

ANDERE MIDDELEN

Een speciaal soort condoom is het **vrouwencondoom** dat in de vagina wordt ingebracht (zie afbeelding 3). Het inbrengen kan al enkele uren voor het vrijen gebeuren, zodat het vrijen niet hoeft te worden onderbroken. Ook een vrouwencondoom mag je slechts één keer gebruiken. Het vrouwencondoom is betrouwbaar en beschermt ook tegen soa's.
Een **spiraaltje** (zie afbeelding 4) wordt door een arts in de baarmoeder geplaatst. Er zijn twee soorten spiraaltjes. Een **hormoonspiraaltje** (zie afbeelding 4.1) geeft dagelijks kleine hoeveelheden hormoon af. Door de werking van hormonen worden bevruchting en innesteling bemoeilijkt. Na vijf jaar is een hormoonspiraaltje uitgewerkt en moet het worden vervangen.
Een **koperspiraaltje** is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 4.2). Een koperspiraaltje kan lang blijven zitten, tien jaar is geen uitzondering. In de baarmoeder veroorzaakt een koperspiraaltje een reactie waardoor zaadcellen worden aangetast en innesteling wordt bemoeilijkt.
Spiraaltjes zijn erg betrouwbaar.

Afb. 3 Vrouwencondoom.

Afb. 4 Spiraaltjes.

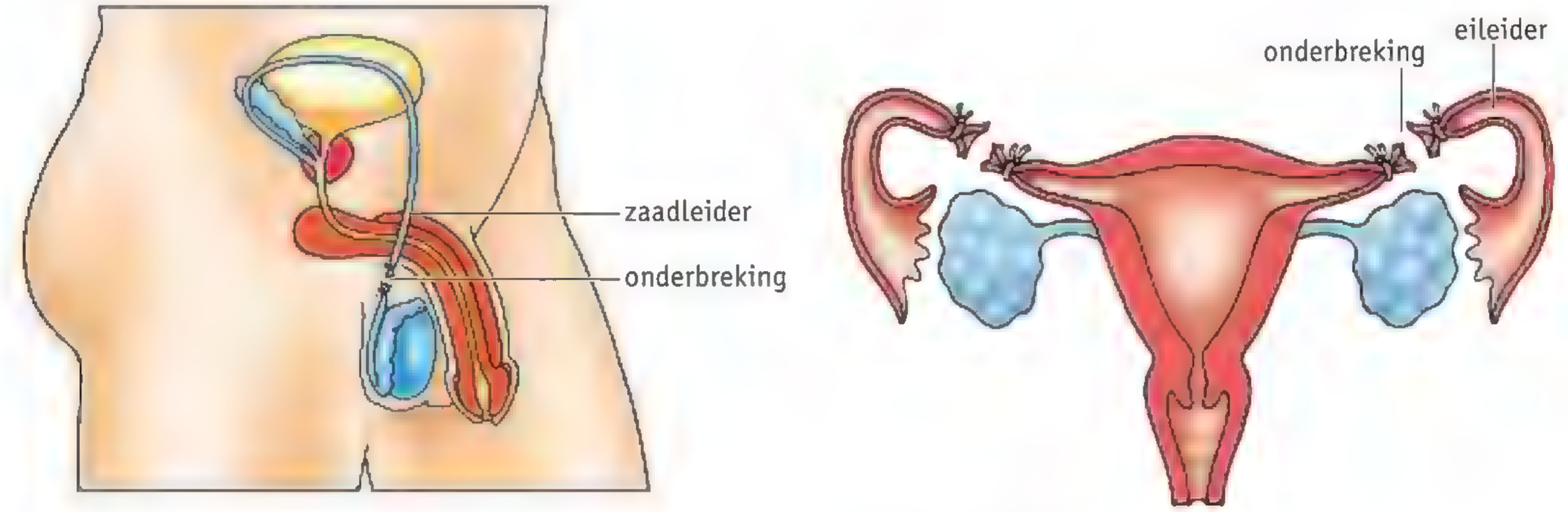


1 hormoonspiraaltje 2 koperspiraaltje

STERILISATIE

Bij **sterilisatie** wordt een man of een vrouw door middel van een kleine operatie onvruchtbaar gemaakt. Bij een man worden beide zaadleiders onderbroken (zie afbeelding 5.1). De productie van zaadcellen gaat normaal door. Ook verandert er niets aan de hoeveelheid vocht die bij een zaadlozing vrijkomt. De geproduceerde zaadcellen kunnen het lichaam niet meer verlaten. Ze worden in de bijballen en in de zaadleiders afgebroken. Bij een vrouw worden de eileiders onderbroken, waardoor de eicellen niet meer in aanraking kunnen komen met zaadcellen (zie afbeelding 5.2).

Afb. 5 Sterilisatie.



1 bij een man 2 bij een vrouw

OPDRACHTEN

1 In de tabel staan al enkele gegevens over voorbehoedsmiddelen.
Vul de tabel verder in.

Methode van geboorteregeling	Werking	Eventuele voordelen	Eventuele nadelen
NuvaRing			Kan bijwerkingen hebben, bijvoorbeeld misselijkheid en hoofdpijn, kleine kans op trombose.
Vrouwencondoom			Kan slechts één keer worden gebruikt.
Prikpil			Menstruatie wordt onregelmatig of blijft weg; na stoppen kan het lang duren voor menstruaties terugkomen.
Spiraaltje	Verandert het baarmoederslijmvlies waardoor innesteling niet meer mogelijk is.		
Sterilisatie		Hoeft maar één keer te gebeuren; alle seksuele functies gaan gewoon door.	Is moeilijk ongedaan te maken.

2 Vrouwen kunnen ervoor kiezen om een vrouwencondoom te gebruiken. Geef drie redenen waarom vrouwen voor het vrouwencondoom kiezen als anticonceptiemiddel.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten*.

8 De geboorte

LEERDOEL

16 Je kunt beschrijven hoe een bevalling verloopt.

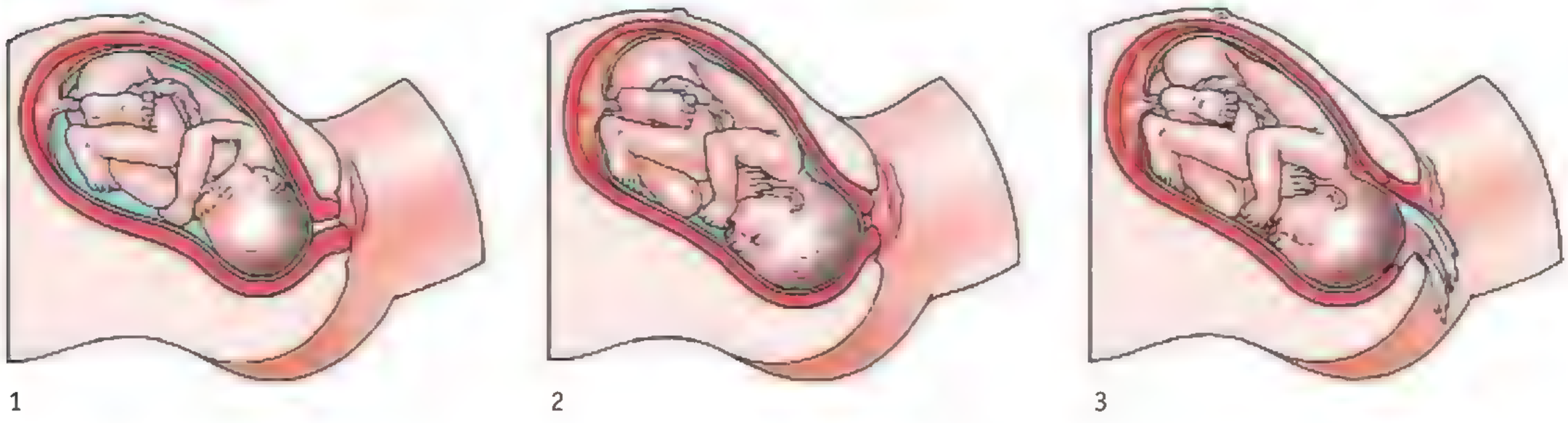
Na negen maanden zwangerschap wordt een baby geboren. De bevalling vindt plaats in verschillende fasen.

DE GEBOORTE VAN EEN KIND

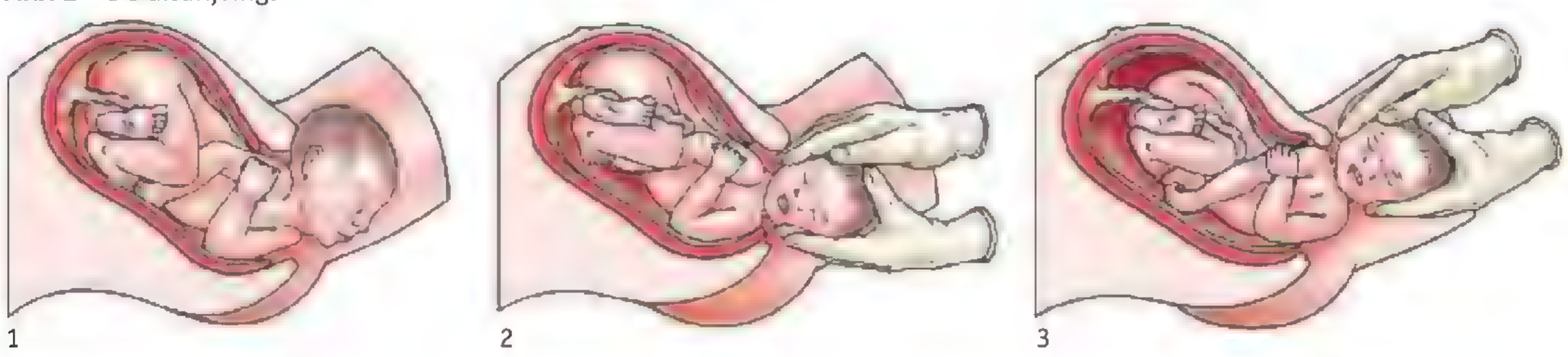
De eerste verschijnselen van de **bevalling** zijn meestal de **weeën.** Hierbij trekken de spieren in de baarmoederwand zich met tussenpozen samen. Tijdens deze weeën worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder (zie afbeelding 1). Dat heet de **ontsluiting.** Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater via de vagina wegvloeit. Het kan wel twintig uur duren voor de ontsluiting voldoende groot is om het hoofdje erdoor te laten.

Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 2). De weeën worden steeds krachtiger en ook de spieren in de buikwand gaan zich samentrekken. Door deze **persweeën** wordt het kind naar buiten geperst. De uitdrijving kan van enkele seconden tot wel twee uur duren.

Afb. 1 De ontsluiting.

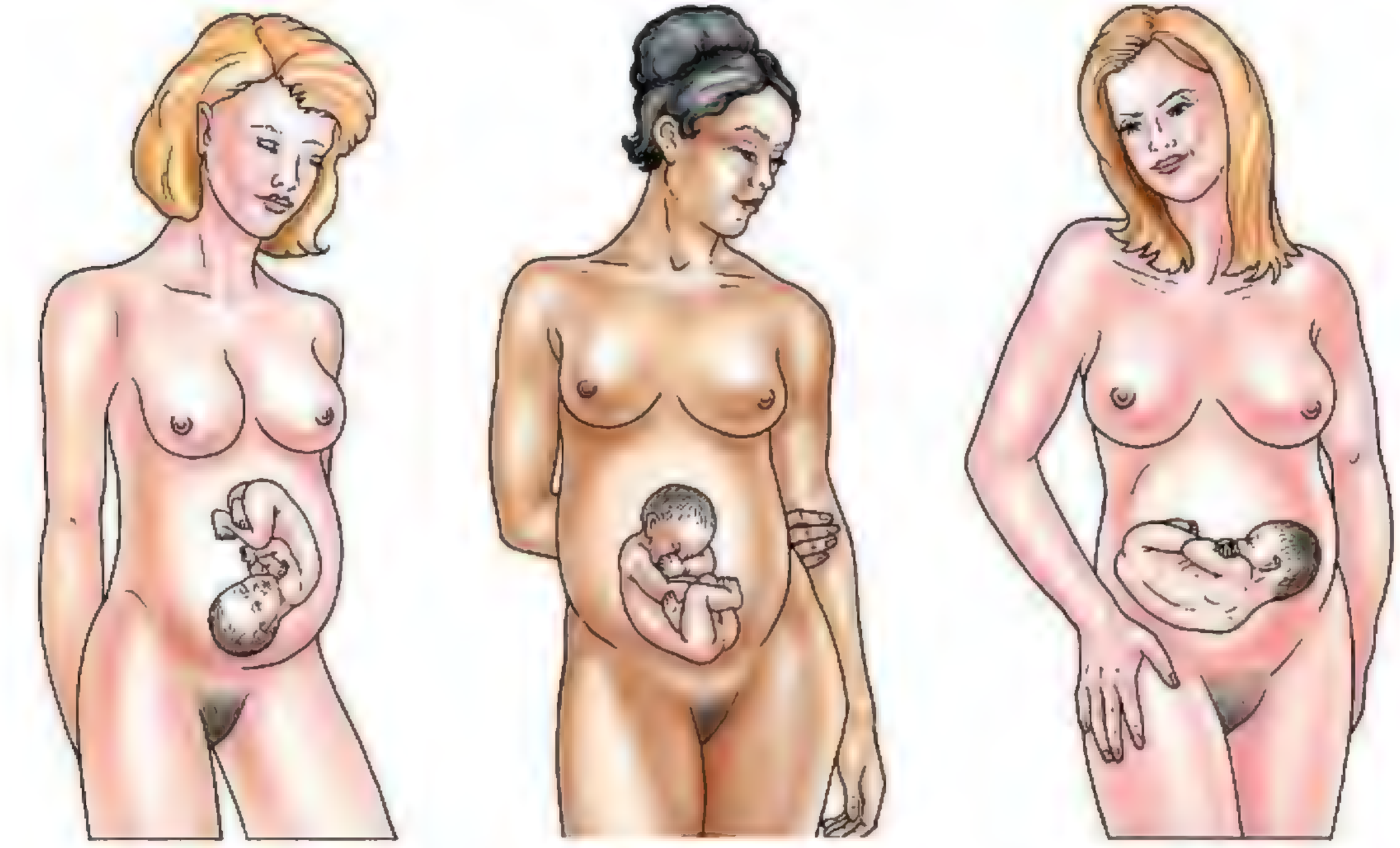


Afb. 2 De uitdrijving.



Bij een normale bevalling komt eerst het hoofdje naar buiten (zie afbeelding 3.1). Bij een **stuitligging** (zie afbeelding 3.2) komt eerst het kontje of een voetje naar buiten. Bij een **dwarsligging** (zie afbeelding 3.3) kan het kind niet via de vagina worden geboren. Door een operatie via de buikwand (**keizersnede**) komt het kind ter wereld. Ook bij een stuitligging wordt het kind vaak geboren via een keizersnede. Een dwarsligging komt niet vaak voor.

Afb. 3 Ligging in de buik van de moeder.



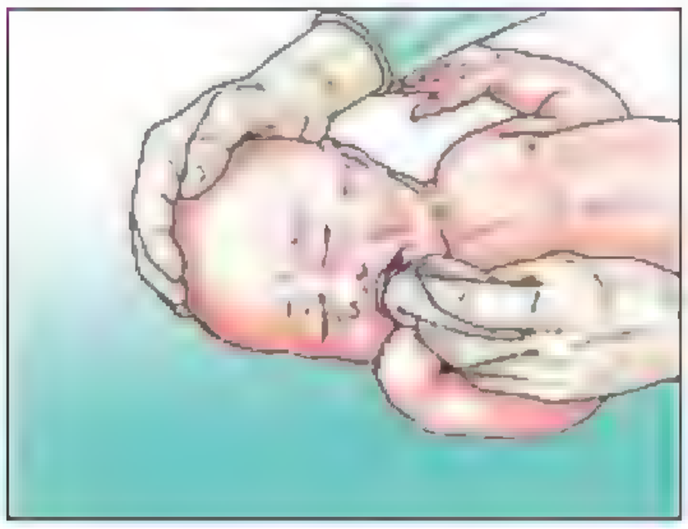
1 normale ligging 2 stuitligging 3 dwarsligging

NA DE BEVALLING

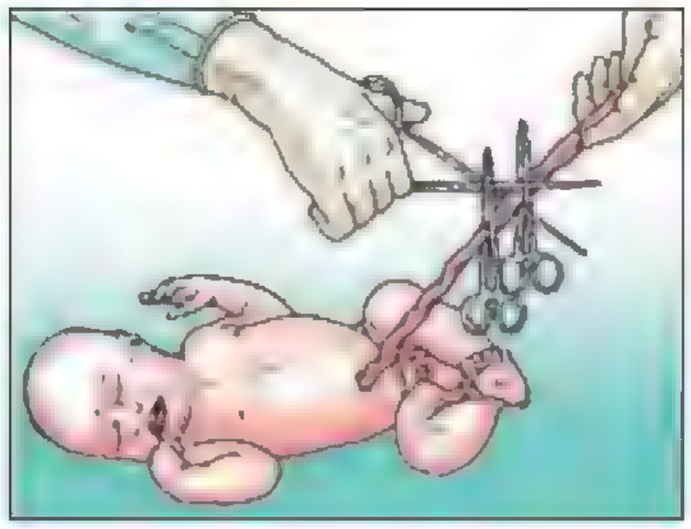
Na de geboorte worden restjes slijm uit de mond en luchtwegen van de baby gehaald (zie afbeelding 4.1). Vervolgens wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 4.2). De baby begint meestal meteen te huilen. Dat is een goed teken: de ademhaling is op gang gekomen.
Het deel van de navelstreng dat aan de baby vastzit, droogt in ongeveer een week uit en valt dan af. Hierdoor ontstaat bij het kind een soort litteken op de buik: de **navel**.

Na de uitdrijving is de bevalling nog niet helemaal afgelopen. De placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden door samentrekkingen van de baarmoederwand losgewoeld. Ze worden ongeveer een kwartier na de baby uitgedreven (zie afbeelding 4.3). Dit noem je de **nageboorte**. De nageboorte kan worden bespoedigd door een injectie met een hormoon. De verloskundige of arts controleert of de nageboorte compleet is.

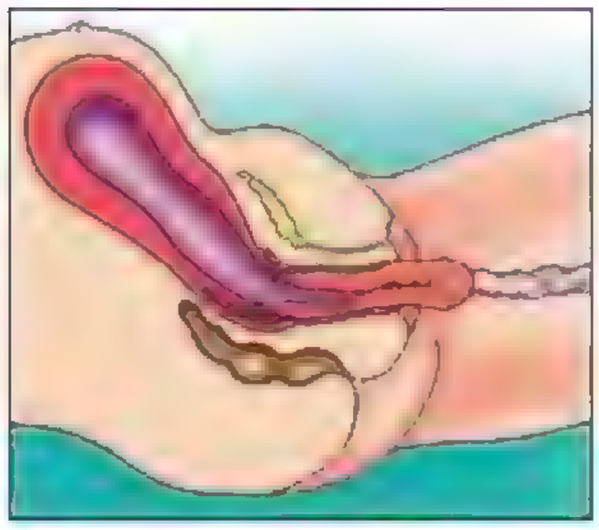
Afb. 4 Na de geboorte.



1 Restjes slijm worden uit de mond van de baby gehaald.



2 De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.



3 nageboorte

OPDRACHTEN

1

a Maak de tekst kloppend. Gebruik daarbij: *buikwand – ontsluiting – persweeën – uitdrijving – vruchtvliezen – vruchtwater – weeën.*

De onderkant van de baarmoeder wordt wijder tijdens de ..... Spieren in de baarmoeder trekken met tussenpozen samen. Dit zijn de ..... Tijdens deze fase kunnen de ..... breken. Daardoor vloeit via de vagina ..... weg. De fase die hierna volgt, is de ..... Tijdens de weeën trekken nu ook de spieren van de ..... zich samen. Er ontstaan ..... Hierdoor wordt het kind naar buiten geperst.

b Maak de tekst kloppend. Gebruik daarbij: *baarmoederwand – nageboorte – navel – navelstreng – placenta – slijm.*

Na de geboorte wordt het ..... uit de luchtwegen verwijderd. Ook wordt de ..... afgeklemd en doorgeknipt. Het litteken dat hierdoor ontstaat, heet de ..... Door samentrekkingen van de ..... worden de resten van de navelstreng, de vruchtvliezen en de ..... losgewoeld. Deze resten noem je de .....

c Wat hoort bij elkaar?

A	dwarsligging	○	○ 1 eerst het hoofdje
B	normale bevalling	○	○ 2 eerst het kontje of een voetje
C	stuitligging	○	○ 3 keizersnede

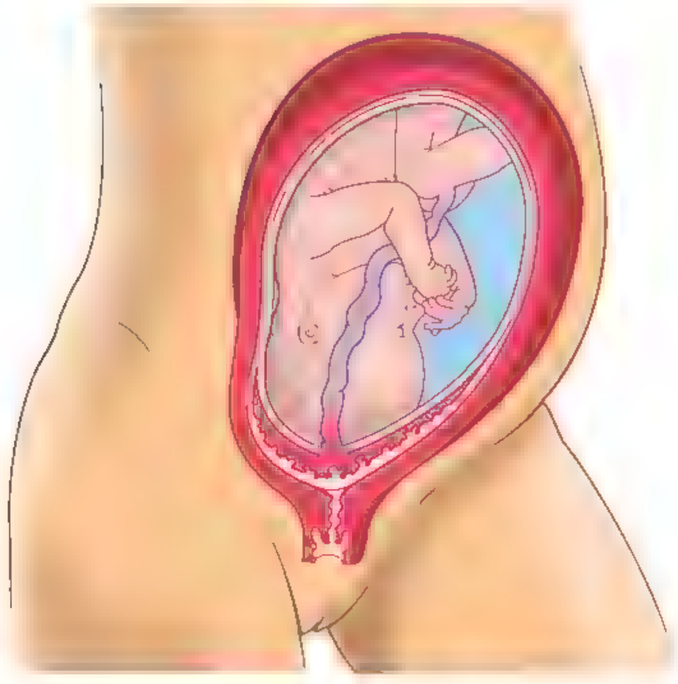
2 Hoe zal het kind in afbeelding 5 worden geboren: via de vagina of via een keizersnede?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Afb. 5

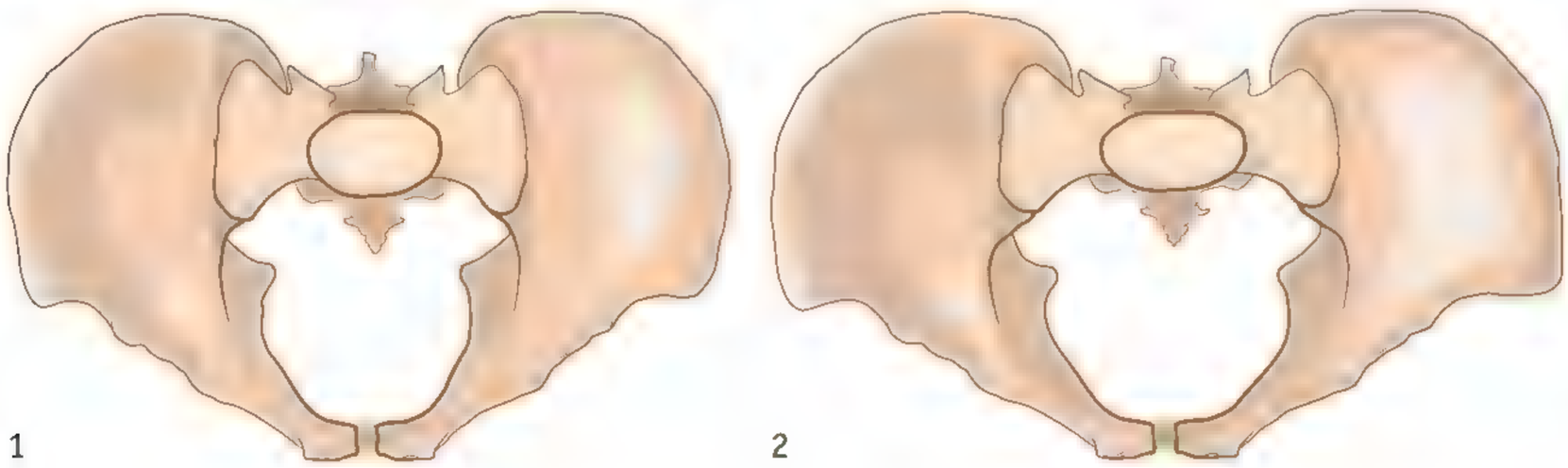


3 In afbeelding 6 zie je twee keer het bekken van een vrouw getekend.
Bij welke vrouw zal men eerder kiezen voor een keizersnede: bij vrouw 1 of bij vrouw 2?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

Afb. 6 Bekkens van twee zwangere vrouwen.



1 2

4 Lees de tekst 'Smoes blijkt toch spoedbevalling' in afbeelding 7.

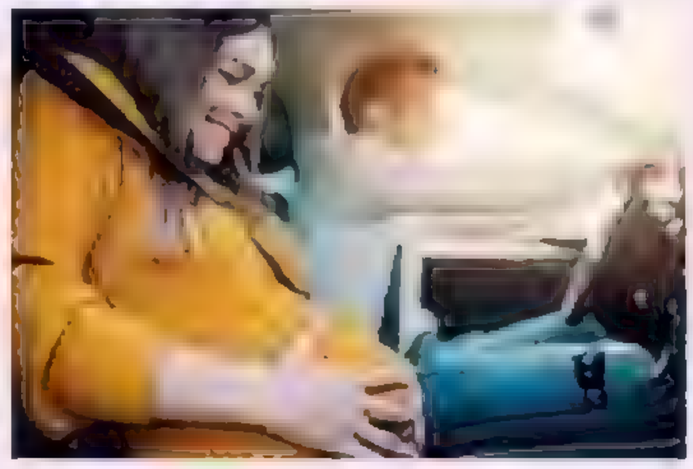
a Welke fase van de bevalling is begonnen vlak voor de man en vrouw van huis reden?
nageboorte / ontsluiting / uitdrijving

b Welke fase van de bevalling is begonnen op het moment van aanhouding door de politie?
nageboorte / ontsluiting / uitdrijving

c Welke fase van de bevalling is begonnen in de verloskamer van het ziekenhuis?
nageboorte / ontsluiting / uitdrijving

Afb. 7

Smoes blijkt toch spoedbevalling



EINDHOVEN – Een automobilist die bij een verkeerscontrole uit zijn autoraam riep dat zijn vrouw moest bevallen, maakte zich daarna snel uit de voeten. De agenten hadden deze smoes wel vaker gehoord en konden de man niet op zijn blauwe ogen geloven. Na een achtervolging door de politie bleek de man werkelijk een aanstaande moeder aan boord te hebben. Het hoofdje van de baby was volgens een politiewoordvoerster al te zien toen de man tot stoppen werd gedwongen. Toen bleek dat er werkelijk sprake was van acute barensnood is het stel onder politiebegeleiding naar het ziekenhuis gereden. Daar was de verloskamer al gereed. Even later zette de vrouw een gezonde zoon op de wereld. De vrouw bleek thuis plotseling weeën te hebben gekregen, waarna het stel halsoverkop naar het ziekenhuis was gereden.

Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

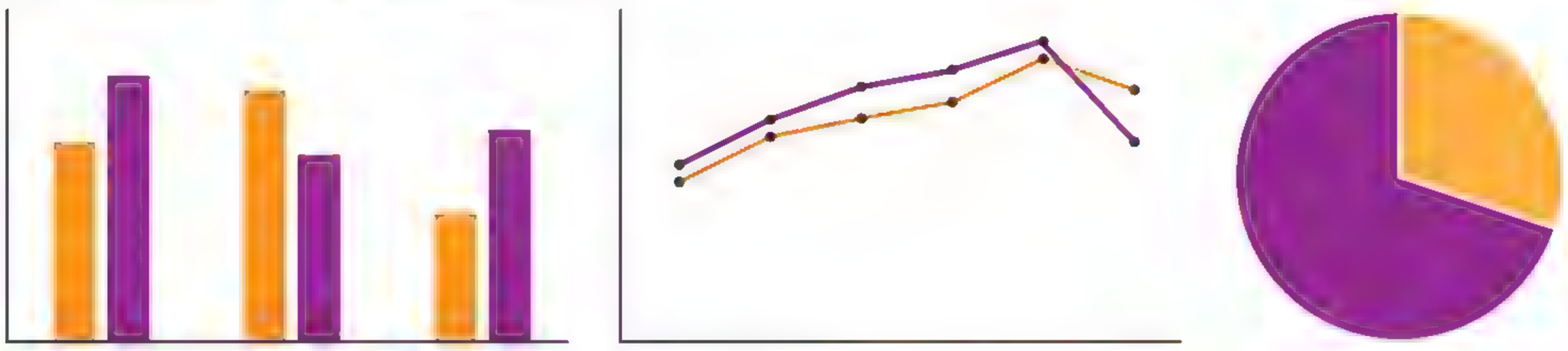
1 RESULTATEN DIGITAAL VERWERKEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 17

Van resultaten van een onderzoek maak je een tabel of een diagram. Je gebruikt een diagram wanneer je veel resultaten hebt. Drie typen diagram zijn een staafdiagram, een lijndiagram en een cirkeldiagram (zie afbeelding 1).

Je kunt diagrammen op een computer maken. Dat heeft verschillende voordelen:
- Je raakt je resultaten minder snel kwijt dan op (losse) papiertjes.
- Een computer kan de diagrammen voor je maken.
- Diagrammen zien er netter uit.
- Je kunt resultaten en diagrammen gemakkelijk delen met anderen.

Afb. 1 Drie typen diagram (schematisch).



1 staafdiagram 2 lijndiagram 3 cirkeldiagram

Er zijn verschillende programma's om tabellen en diagrammen te maken. Het meest gebruikte programma is Microsoft Excel (zie afbeelding 2 en 3). De meeste mensen hebben Microsoft Excel op hun computer of laptop staan.

Afb. 2 Het logo van Excel.

Afb. 3 Een werkblad in Excel.

DIAGRAM MAKEN

Om een diagram te maken met de computer, maak je eerst een tabel in het programma. In de tabel zet je de gegevens waar je een diagram van wilt maken. Daarna selecteer je deze tabel. Kies dan het type diagram dat je wilt maken. Het programma maakt automatisch het gewenste diagram. Je kunt daarna het diagram of de grafiek nog aanpassen. Je kunt bijvoorbeeld de kleuren veranderen, bijschriften bij de assen toevoegen en een legenda toevoegen.

OPDRACHTEN

Lees de tekst 'Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk' in afbeelding 4.
Biologen onderzochten of het gezicht van een vrouw aantrekkelijker wordt gevonden in haar vruchtbare periode. Ze hebben van hun resultaten een staafdiagram gemaakt. Het onderzoek en het staafdiagram vind je in afbeelding 4.

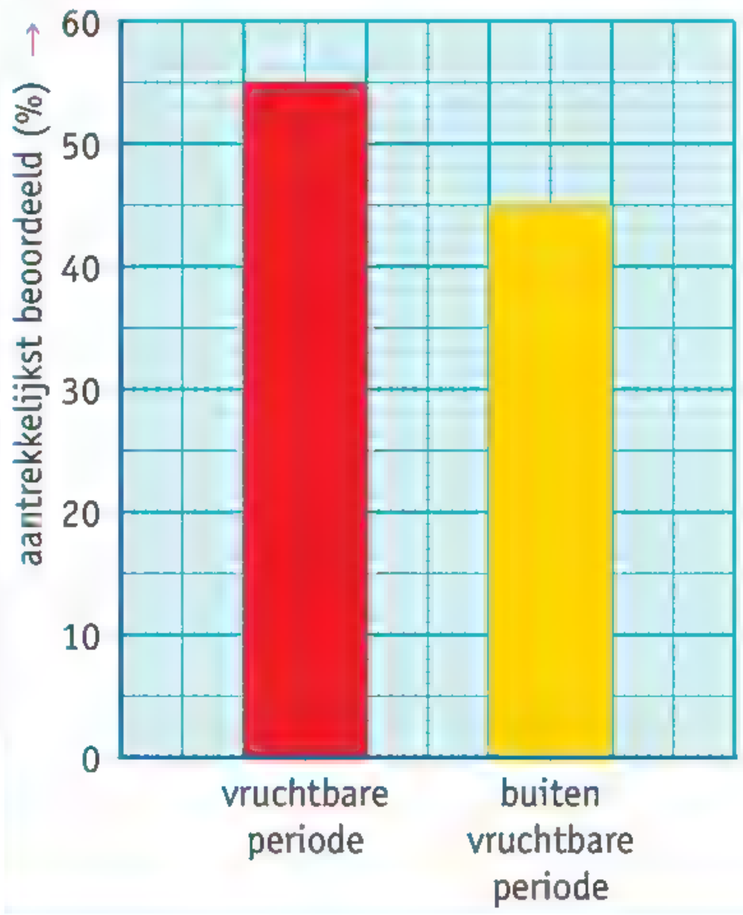
a Maak het staafdiagram in de tabel van afbeelding 4 na in Excel.
Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

b De resultaten zijn in percentages weergegeven. Daarom kun je ook een cirkeldiagram maken.
Maak van de resultaten een cirkeldiagram in Excel. Zorg ervoor dat de percentages zichtbaar zijn in de cirkel.
Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

Afb. 4

Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk

Bij veel dieren is duidelijk zichtbaar dat de vruchtbare periode aanbreekt. Bij chimpansees bijvoorbeeld zie je dat de geslachtsdelen opzwellen en roder worden (zie de foto). Maar bij mensen is dat niet zo duidelijk zichtbaar. Of misschien een klein beetje? Onderzoekers vroegen zich af of de aantrekkelijkheid van het vrouwelijke gezicht anders is tijdens de vruchtbare periode. Zou het gezicht van een vrouw in de vruchtbare periode aantrekkelijker worden beoordeeld?

ONDERZOEK	VRUCHTBARE PERIODE EN AANTREKKELIJKHEID
Onderzoeksvraag	Wordt het gezicht van een vrouw tijdens haar vruchtbare periode aantrekkelijker beoordeeld dan buiten haar vruchtbare periode?
Hypothese	Het gezicht van een vrouw wordt aantrekkelijker beoordeeld tijdens de vruchtbare periode.
Werkplan	Van 50 vrouwen in de leeftijd van 19 tot en met 33 jaar wordt twee keer een foto genomen. De eerste foto wordt in de vruchtbare dagen genomen. De tweede foto wordt twee weken later genomen. Daarna wordt aan 250 mensen telkens gevraagd welke van de twee foto's ze het meest aantrekkelijk vinden.
Resultaten	

2 In afbeelding 5 staat een onderzoek over soa's. Het gaat over het aantal mensen in Nederland dat zich laat testen op een soa.
Maak van de resultaten een lijndiagram in Excel.

- Zorg ervoor dat op de *x*-as de jaartallen staan.
- Zorg ervoor dat op de *y*-as het aantal soa-tests staat.
- Zorg ervoor dat bij je diagram een legenda komt. In de legenda staat welke lijn bij welke groep hoort.
- Zet op de *y*-as het bijschrift 'Aantal soa-tests'.
- Print het diagram uit en bewaar het bij deze opdracht.

Afb. 5

ONDERZOEK	SOA-TESTS IN NEDERLAND
Onderzoeksvraag	Hoeveel mensen in Nederland laten zich testen op een soa?
Werkplan	Van 2014 tot en met 2018 wordt het aantal mensen dat zich laat testen bijgehouden. Het wordt geregistreerd bij de huisartsen en de Centra Seksuele Gezondheid.
Resultaten	

Jaar	Heteroseksuele mannen	Homoseksuele mannen	Vrouwen
2014	40 856	29 939	70 219
2015	35 719	34 442	65 991
2016	35 065	40 340	67 600
2017	35 242	45 553	69 375
2018	33 041	49 873	68 710

Practica

1 ZAADCELLEN

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 6

20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een preparaat van zaadcellen. Van één zaadcel maak je een tekening.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een microscoop
- ☐ een klaargemaakt preparaat van zaadcellen
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat onder de microscoop bij een vergroting van 40×.
- Zoek een stukje op waar je een zaadcel goed kunt zien.
- Bekijk de zaadcel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de zaadcel.
- Geef de volgende delen aan: *kop – zweepstaart*.
- Zet onder de tekening wat je hebt getekend. Zet ook de vergroting erbij.

.....

2 EICELLEN

►Basisstof 3 | ►Leerdoel 6

20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een preparaat van een eierstok. In deze eierstok zitten eicellen. Van één eicel maak je een tekening.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een microscoop
- ☐ een klaargemaakt preparaat van een eierstok met eicellen
- ☐ tekenmateriaal

WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat onder de microscoop bij een vergroting van 40×.
- Zoek een stukje op waar je een eicel goed kunt zien.
- Bekijk de eicel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de eicel.
- Zet onder de tekening wat je hebt getekend. Zet ook de vergroting erbij.

.....

3 EEN CONDOOM OMDOEN

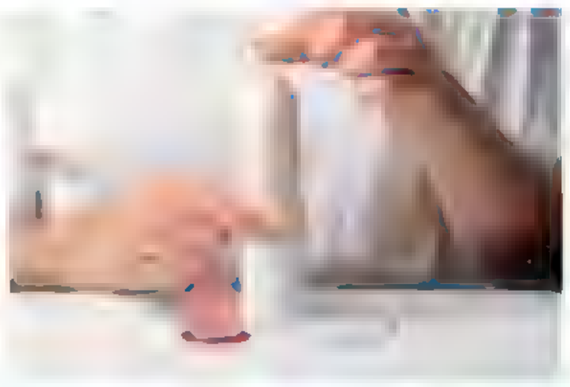
► Basisstof 5 | ► Leerdoelen 10 en 11

15-25 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit demonstratiepracticum doet je docent voor hoe je een condoom omdoet bij een plastic penis. De docent laat ook zien wat je met een condoom doet na de zaadlozing.

Afb. 1



OPDRACHT

a Waarom moet de penis in erectie zijn als je een condoom omdoet?

.....

b Waarom moet je voorzichtig zijn met scherpe nagels bij het omdoen van een condoom?

.....

.....

c Waarom moet je na de zaadlozing de onderkant van het condoom stevig vasthouden bij het terugtrekken van de penis?

.....

.....

d Waarom moet je het condoom controleren voordat je het weggooit?

.....

.....

.....

4 SOA-TESTS

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 11

30-45 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je waar je bij jou in de buurt terecht kunt voor een soa-test.

WAT HEB JE NODIG?

☐ een computer met internet

WAT MOET JE DOEN?

- Zoek op internet minstens drie organisaties die soa-tests aanbieden.
- Zoek voor deze drie organisaties het antwoord op de volgende vragen:
  - Hoe ver is de organisatie van je huis? Of is het online?
  - Kun je een test thuis doen, of op locatie van de organisatie?
  - Kun je anoniem een test laten doen?
  - Zijn de tests gratis?
  - Moet je een afspraak maken voor een test?
  - Worden de tests aangeboden door deskundigen of door vrijwilligers?
- Zet je antwoorden in de tabel. Als je andere kenmerken tegenkomt die je wilt onthouden, zet die dan ook in de tabel.
- Vergelijk je tabel met die van enkele klasgenoten. Misschien heeft een klasgenoot een organisatie gevonden die jij niet hebt, maar die wel in jouw buurt is. Zet dan de gegevens van die organisatie ook in je tabel.

Organisatie				
Afstand van huis				
Locatie test				
Anoniem?				
Gratis?				
Op afspraak?				
Professionals of vrijwilligers?				

Samenvatting

BASIS 1

DE PUBERTEIT

1 Je kunt primaire en secundaire geslachtskenmerken noemen.

- Geslacht (sekse): man of vrouw.
  - Intersekse: een lichaam heeft zowel mannelijke als vrouwelijke kenmerken.
- Geslachtskenmerken: lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent.
- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
  - bij jongens: o.a. balzak en penis
  - bij meisjes: o.a. schaamlippen en vagina
- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan vanaf ongeveer het tiende levensjaar.
  - bij jongens: o.a. borsthaar, baardgroei, zwaardere stem, gespierde lichaamsbouw
  - bij meisjes: o.a. borsten, brede heupen, ronde lichaamsvormen

2 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

- Lichamelijke veranderingen in de puberteit.
  - Er vindt een snelle groei plaats (groeispurt).
  - De voortplantingsorganen gaan functioneren.
  - De secundaire geslachtskenmerken ontstaan.
- Geestelijke veranderingen in de puberteit.
  - Meer belangstelling krijgen voor andere mensen.
  - Soms verliefd worden op iemand.
  - Seksualiteit begint een belangrijke rol te spelen in het leven.
  - Je stelt je zelfstandiger op naar je ouders.
  - Anders omgaan met vrienden en vriendinnen, vaker vriendschappen in groepjes.
  - Soms boos, onzeker, eenzaam of verdrietig voelen.

BASIS 2

EEN VROUW

3 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een vrouw noemen met hun functies en kenmerken.

- Eierstokken: hierin vindt de ontwikkeling van de eicellen plaats.
  - Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
  - De ontwikkeling van de eicellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
  - Een eicel bevat veel reservevoedsel.
- Baarmoeder: hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.
- Clitoris: gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven.
  - clitoriseikel: gevoelig 'knopje' dat zichtbaar is aan de buitenkant
  - clitorishoed: huidplooi om de clitoriseikel
  - zwellichamen: vullen zich met bloed als de vrouw seksueel opgewonden raakt
- Buitenste schaamlippen: de dikke, behaarde huidplooien.
- Binnenste schaamlippen: de dunne, gladde huidplooien.
  - In de wand liggen klieren die bij seksuele opwinding slijm produceren.
  - Na de puberteit zijn de binnenste schaamlippen bij de meeste vrouwen groter dan de buitenste.
- Vagina: is aan de binnenkant bekleed met slijmvlies.
  - Rond de opening kan een randje weefsel zitten: het maagdenvlies.
  - Bij menstruatie worden slijmvlies en bloed via de vagina afgevoerd.

4 Je kunt de menstruatiecyclus beschrijven.

- Ovulatie (eisprong): het vrijkomen van een eicel uit een eierstok.
  - Een eicel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
  - Als de eicel wordt bevrucht, kan hij wel in leven blijven.
- Menstruatie (ongesteld zijn): maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.
- Menstruatiecyclus:
  - dag 1: begin van de menstruatie, afbraak baarmoederslijmvlies
  - dag 5 (ongeveer): begin opbouw baarmoederslijmvlies
  - dag 14 (ongeveer): ovulatie
  - dag 28: laatste dag van de cyclus, einde opbouw baarmoederslijmvlies

BASIS

EEN MAN

5 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel van een man noemen met hun functies en kenmerken.

- Balzak: huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen. De temperatuur is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van zaadcellen (spermacellen).
  - teelballen: produceren onder invloed van stimulerende hormonen uit de hypofyse zaadcellen
  - bijballen: tijdelijk opslaan van zaadcellen
- Zaadleiders: vervoeren van zaadcellen.
- Zaadblaasjes: voegen vocht en voedingsstoffen toe aan de zaadcellen.
- Prostaat: voegt vocht toe aan de zaadcellen.
- Urinebuis: vervoeren van urine en sperma.
  - Sperma bestaat uit zaadcellen en vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat.
- Penis: sperma inbrengen in een vagina.
  - zwellichamen: brengen de penis in erectie
  - eikel: gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven
  - voorhuid: huidplooi om de eikel
- Geslachtsgemeenschap: de penis beweegt op en neer in de vagina van een vrouw.
  - Bij een zaadlozing komt sperma met schokken uit de penis.

6 Je kunt de kenmerken van zaadcellen en eicellen noemen.

Zaadcellen	Eicellen
Erg klein	In verhouding groot
Kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart)	Kunnen niet zelf bewegen
Bevatten geen reservevoedsel	Bevatten veel reservevoedsel
Vele miljoenen per zaadlozing	Meestal één eicel per vier weken

BASIS 4

SEKS ENZO

7 Je kunt omschrijven wat onder seksualiteit wordt verstaan.

- Seksualiteit bij de mens: alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding.
- Seksualiteit speelt een rol bij:
  - intimiteit (een gevoel van verbondenheid in een liefdesrelatie)
  - lustbeleving (opwinding, lust, plezier)
  - voortplanting (geslachtsgemeenschap, zwangerschap)
- Orgasme (klaarkomen): een lekker gevoel door prikkeling van de eikel (van de penis of de clitoris).
  - Een man krijgt een zaadlozing.
  - Bij een vrouw spannen spieren rond de vagina zich aan.
- Zelfbevrediging (masturbatie): bij jezelf zorgen voor een orgasme.
- Porno(grafie): foto's, films en tekst met het doel om mensen seksueel te prikkelen.
  - Porno geeft geen realistisch beeld van seksualiteit.

8 Je kunt benoemen hoe gender en seksuele oriëntatie kunnen verschillen.

- Seksuele oriëntatie: tot welk geslacht iemand zich seksueel aangetrokken voelt.
  - heteroseksueel: valt op mensen van het andere geslacht
  - homoseksueel: valt op mensen van hetzelfde geslacht
  - biseksueel: valt op mensen van beide geslachten
  - aseksueel: voelt geen seksuele aantrekking
- Geslacht: lichamelijke geslachtskenmerken, bijv. penis of vulva.
- Gender: optelsom van eigenschappen en gedragingen die mannelijk of vrouwelijk worden gevonden, bijv. stoer of zorgzaam.
  - Genderidentiteit: of iemand zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt.
  - Transgender: het geslacht (lichaam) komt niet overeen met de genderidentiteit (gevoel).

9 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.

- Een gezonde seksuele relatie:
  - Jullie willen het allebei.
  - Jullie zijn gelijkwaardig.
  - Jullie hebben respect voor elkaar.
  - Jullie vertrouwen elkaar.
  - Jullie zeggen het eerlijk als je iets niet wilt of juist wel.
- Wensen: dingen die je fijn vindt, die je graag zou willen op het gebied van seks.
- Grenzen: dingen die je niet wilt (doen) op het gebied van seks.
- Seksueel grensoverschrijdend gedrag: iemand maakt seksuele opmerkingen of verricht seksuele handelingen, terwijl jij dat niet wilt.
  - Ongewenste intimiteiten: iemand raakt je aan terwijl je dat niet wilt.
  - Seksueel geweld: iemand dwingt je tot seksueel contact, bijv. aanranding, verkrachting, seksuele handelingen voor de webcam, loverboys.
  - Wat wel of niet grensoverschrijdend is, verschilt per persoon.
- Wensen en grenzen bewaken en respecteren:
  - Praat met elkaar over wat je wel en niet wilt.
  - Laat zonder woorden merken wat je wel of niet wilt.
  - Zeg het duidelijk als je iets niet wilt. Zeg dat de ander moet stoppen.
  - Doe niks tegen je zin, en doe ook niks wat de ander niet wil.

BASIS 5

VEILIG VRIJEN

10 Je kunt enkele methoden voor geboorteregeling noemen en hun werking uitleggen.

- Geboorteregeling: een vrouw bepaalt (meestal samen met een man) of zij een kind wil of niet.
- Onbetrouwbare methoden:
  - periodieke onthouding: geen geslachtsgemeenschap hebben in de vruchtbare periode rond de ovulatie
  - coïtus interruptus: de man trekt zijn penis vlak voor de zaadlozing terug uit de vagina
- Condoom: een rubber hoesje dat je om de penis doet.
  - Het sperma wordt opgevangen in het condoom, het komt niet in de vagina.
  - Een condoom beschermt ook tegen soa's.
- De pil: een pil die de vrouw elke dag op dezelfde tijd slikt.
  - De pil bevat hormonen waardoor geen ovulatie plaatsvindt.
  - De pil beschermt niet tegen soa's.
- Noodmaatregelen als er bij geslachtsgemeenschap iets is misgegaan:
  - morning-afterpil: mogelijk tot drie dagen na de geslachtsgemeenschap
  - abortus: toegestaan tot de 24e week van de zwangerschap

11 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.

- Soa's: seksueel overdraagbare aandoeningen of geslachtsziekten.
  - Ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmet persoon.
- Soa's voorkom je door een condoom te gebruiken.
- Chlamydia: de meest voorkomende soa in Nederland.
  - De ziekteverwekker is een bacterie.
  - Ziekteverschijnselen: soms een (waterige) afscheiding uit de urinebuis of vagina, pijn bij het plassen of bloedverlies uit de vagina.
  - Onbehandelde chlamydia kan bij vrouwen leiden tot onvruchtbaarheid.
- Aids: de meest bekende soa.
  - De ziekteverwekker is een virus (hiv).
  - Bij een aidspatiënt is het afweersysteem tegen alle ziekteverwekkers aangetast. Daardoor heeft een aidspatiënt geen specifieke ziekteverschijnselen.
  - Besmetting kan plaatsvinden via bloed, sperma, vaginaal vocht of voorvocht.
  - Een seropositief persoon is besmet met hiv, maar is nog niet ziek.
  - Aids wordt behandeld met hiv-remmers, die de ziekte vertragen maar niet genezen.
- Andere soa's: o.a. genitale wratten, genitale herpes.

BASIS 6

ZWANGERSCHAP

12 Je kunt beschrijven hoe de bevruchting bij de mens verloopt.

- Zaadcellen bewegen door de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: het versmelten van de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
  - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
  - Bevruchting is mogelijk in de vruchtbare periode (van ongeveer drie dagen vóór de ovulatie tot één dag na de ovulatie).
  - Een eicel kan maar door één zaadcel worden bevrucht. De buitenste laag van de eicel wordt ondoordringbaar nadat de kop van een zaadcel is binnengedrongen.
- Een bevruchte eicel deelt zich een aantal keren. Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt naar de baarmoeder vervoerd.

13 Je kunt beschrijven hoe een zwangerschap verloopt.

- Innesteling: het klompje cellen zet zich vast in het baarmoederslijmvlies.
  - Het klompje cellen groeit uit tot embryo. Vanaf de achtste week na de bevruchting wordt het embryo foetus genoemd.
  - In de eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding. Daarna ontstaat in de baarmoederwand de placenta.
  - Tijdens de zwangerschap treden geen menstruaties op.
- Placenta (moederkoek): deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van het embryo vlak langs bloed van de moeder stroomt.
  - Het bloed van de moeder blijft gescheiden van het bloed van het embryo.
  - Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
  - Afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
- Navelstreng: verbindt het embryo met de placenta.
  - Door bloedvaten stroomt bloed van het embryo naar de placenta en terug.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater: beschermen het embryo tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisseling van temperatuur.
  - In het vruchtwater kan het embryo zich gemakkelijk bewegen.

14 Je kunt uitleggen wat prenataal onderzoek is en hiervan voorbeelden noemen.

- Prenataal onderzoek ('voor de geboorte'): onderzoek tijdens de zwangerschap.
  - Onderzoeken of de vrouw een verhoogde kans heeft op een kind met een aangeboren afwijking.
  - Om het geslacht van de foetus te bepalen.
- Echoscopie (echo): met geluidsgolven wordt een beeld gemaakt van de foetus in de baarmoeder.
  - Tussen negen en twaalf weken: bepalen hoelang de vrouw precies zwanger is.
  - Na ongeveer twintig weken: opsporen van afwijkingen in de ontwikkeling van de foetus. Ook is het mogelijk om het geslacht van de foetus te zien.
- Combinatietest: bloedonderzoek en nekplooimeting.
  - Bloedonderzoek: bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht.
  - Nekplooimeting: bij de echo wordt de nekplooi van de baby gemeten.
- NIPT: niet-invasieve prenatale test.
  - Bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht. In het bloed zit een beetje DNA van de placenta. Dit is bijna altijd hetzelfde DNA als dat van het kind.
  - Uit het bloedonderzoek kan blijken dat er een verhoogde kans is op een kind met een aangeboren afwijking.

EXTRA 7 MEER VOORBEHOEDSMIDDELEN

15 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.

- NuvaRing, anticonceptiepleister, anticonceptiestaafje, prikpil.
  - Hormonen voorkomen dat ovulatie plaatsvindt.
  - Bij goed gebruik even betrouwbaar als de pil.
- Vrouwencondoom: wordt voor het vrijen in de vagina ingebracht.
  - Het vrouwencondoom is betrouwbaar.
  - Het condoom beschermt ook tegen soa's.
- Spiraaltje: wordt in de baarmoeder ingebracht.
  - Kan gedurende ongeveer vijf jaar zwangerschap verhinderen.
  - Koperspiraaltje: tast zaadcellen aan en verhindert innesteling.
  - Hormoonspiraaltje: de werking van hormonen gaat bevruchting en innesteling tegen.
  - Het spiraaltje is erg betrouwbaar.

- Sterilisatie: de man of vrouw wordt onvruchtbaar gemaakt.
  - Zaadleiders of eileiders worden onderbroken.
  - De ingreep is erg betrouwbaar.

EXTRA 8

DE GEBOORTE

16 Je kunt beschrijven hoe een bevalling verloopt.

- De geboorte begint met de weeën: samentrekkingen van spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
  - De vruchtvliezen breken en het vruchtwater vloeit weg via de vagina.
- Uitdrijving: het kind komt ter wereld door krachtige persweeën.
  - Meestal komt het hoofdje het eerst tevoorschijn.
- Bevalling:
  - Normale bevalling: eerst komt het hoofdje naar buiten.
  - Stuitligging: eerst komt het kontje of een voetje naar buiten.
  - Dwarsligging: het kind kan niet via de vagina worden geboren, het komt ter wereld via een keizersnede.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden uitgedreven.
- Navel: hier zat de navelstreng vast aan de foetus.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

17 Je kunt (met hulp) digitaal een tabel of grafiek maken.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

5 Erfelijkheid en evolutie

Het DNA in de celkern bevat informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Ouders geven hun DNA door aan hun nakomelingen. Door kleine veranderingen in het DNA kunnen soorten ontstaan en verdwijnen.

BASISSTOF

1 Genotype en fenotype 104
2 Chromosomen en genen 113
3 Variatie in genotypen 122
4 De evolutietheorie 132
5 Geschiedenis van het leven op aarde 143
Samenhang 154
Ik zie, ik zie wat jij niet ziet

EXTRA STOF

6 Genen en eiwitten 159
7 DNA-technieken 162

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 169
Practica 171

AFSLUITING

Samenvatting 176
Diagnostische toets

1 Genotype en fenotype

LEERDOELEN

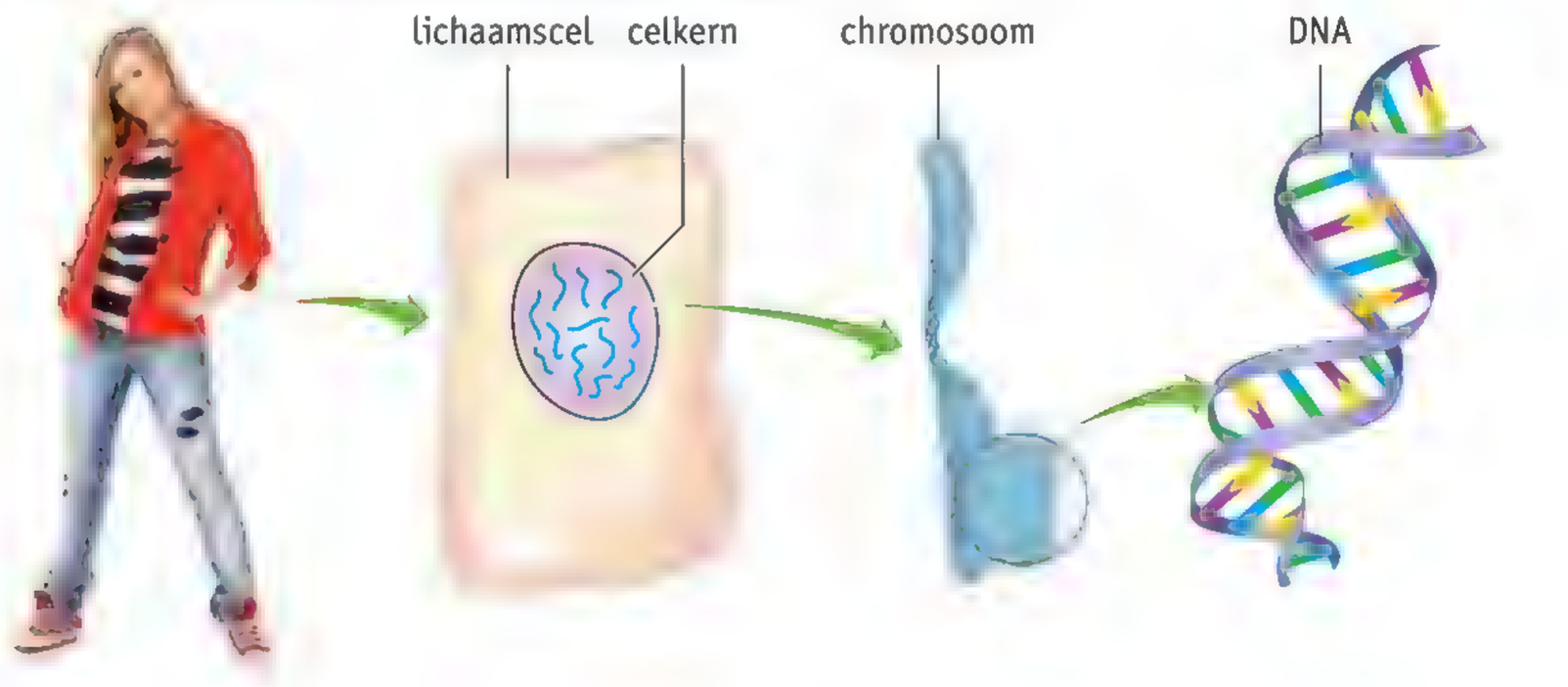
1 Je kunt benoemen dat alle cellen van je lichaam dezelfde erfelijke informatie bevatten.
2 Je kunt omschrijven wat het genotype en het fenotype zijn.

Je lichaam is opgebouwd uit cellen. Alle cellen hebben een celkern met daarin de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Die informatie heb je gekregen van je ouders.

ERFELIJKE INFORMATIE

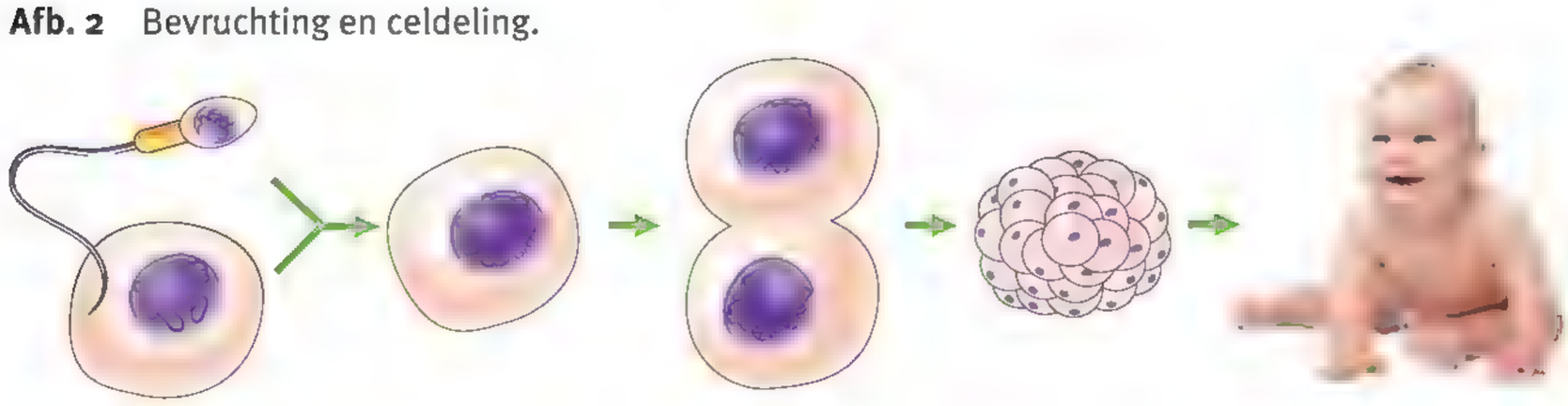
De cellen waaruit je lichaam is opgebouwd, heten **lichaamscellen.** Elke celkern van elke lichaamscel bevat 46 chromosomen. **Chromosomen** zijn lange, dunne draden in de celkern. Ze bestaan uit de stof **DNA.** Deze stof is gebouwd als een soort wenteltrap (zie afbeelding 1). In het DNA is de informatie opgeslagen voor je erfelijke eigenschappen.

Afb. 1 Chromosomen bestaan uit de stof DNA.



Al je lichaamscellen zijn ontstaan uit één enkele, bevruchte eicel. Door **celdeling** ontstaan nieuwe cellen uit de bevruchte eicel (zie afbeelding 2). Bij elke celdeling worden de chromosomen gekopieerd. Elke **dochtercel** krijgt een complete set chromosomen. Daardoor bevat elke celkern van elke lichaamscel dezelfde erfelijke informatie. Deze informatie erf je van je ouders (de helft van je moeder, de helft van je vader).

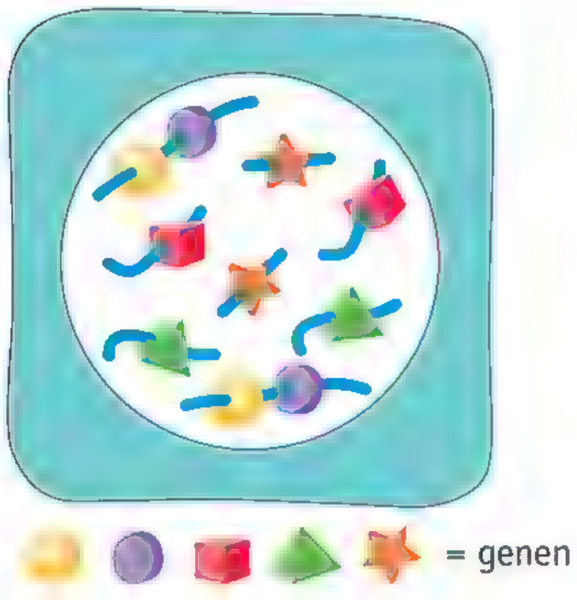
Afb. 2 Bevruchting en celdeling.



GENOTYPE

Je chromosomen bevatten informatie over duizenden eigenschappen. Voor elke eigenschap zijn een paar stukjes DNA nodig. Een **gen** bestaat uit de stukjes DNA die samen de informatie voor één eigenschap bevatten. In afbeelding 3 is een gen getekend als een gekleurde kraal. De blauwe lijntjes zijn de chromosomen.

Afb. 3 Lichaamscel met chromosomenparen en genen.



De 46 chromosomen in één celkern bevatten samen alle genen, dus de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Deze complete informatie noem je het **genotype.** Dus: het genotype van een organisme is de informatie voor de erfelijke eigenschappen van dat organisme.
Het genotype ontstaat op het moment van bevruchting. De chromosomen van de vader en de moeder komen bij elkaar in één cel. Uit die ene cel ontstaan alle andere cellen van een organisme.

FENOTYPE

Van een kind wordt weleens gezegd: 'Ik vind dat hij op zijn moeder lijkt', of 'Zij heeft de ogen van haar vader'. Je kunt aan een kind zien dat het eigenschappen heeft geërfd van de moeder en de vader. Alle eigenschappen van een organisme noem je het **fenotype.** Bij het fenotype horen de zichtbare eigenschappen, zoals de oogkleur. Maar ook de onzichtbare eigenschappen horen erbij, zoals je bloeddruk of de bouw van je organen.

Het fenotype wordt bepaald door je genotype, maar ook je leefstijl en de omgeving hebben er invloed op. Bijvoorbeeld: als je van jezelf bruin haar hebt, komt dat door je genotype. Maar als je het paars verft, ziet je haar er anders uit. Je fenotype verandert dan door je leefstijl. Maar je genotype verandert niet (zie afbeelding 4). Het genotype bevat nog steeds de informatie voor bruin haar.
Als je in de zomer veel buiten bent, wordt je haar lichter. Je fenotype verandert dan door de omgeving. Het genotype verandert niet. Als je niets doet, groeit de paarse of lichte kleur vanzelf uit je haar en wordt het weer bruin.

Sommige eigenschappen worden vooral bepaald door je genotype, bijvoorbeeld je oogkleur. Andere eigenschappen worden bepaald door je leefstijl of omgeving, bijvoorbeeld een litteken. De meeste eigenschappen worden zowel bepaald door je genotype als door je leefstijl of omgeving. De eigenschap 'gespierd zijn' kun je krijgen door erfelijke eigenschappen (aanleg) en training (leefstijl).

Afb. 4 Fenotype en genotype.

Het fenotype verandert ...

... het genotype niet.

KENNIS

1

a
- De cellen waaruit je lichaam is opgebouwd, heten .....
- Lange, dunne draden in een celkern heten .....
- Chromosomen bevatten de stof .....
- Deze stof bevat informatie voor je ..... eigenschappen.

b Bekijk afbeelding 5. De arts zegt: 'Het is erfelijk. Je krijgt het van je kinderen.' Waarom is dat onjuist?

.....

c Twee cellen zijn: een maagcel van Lara en de bevruchte eicel waaruit Lara is ontstaan.
- Deze twee cellen bevatten *dezelfde / verschillende* erfelijke informatie.
- Alle lichaamscellen van Lara bevatten *dezelfde / verschillende* erfelijke informatie.
- Een spiercel en een levercel van Lara bevatten *dezelfde / verschillende* erfelijke informatie.
- Van de erfelijke informatie in een wangcel van Lara is *de helft / een onbekende hoeveelheid* afkomstig van haar moeder.

Afb. 5

2

a Welk begrip hoort bij de beschrijving?

A	alle eigenschappen van een organisme	○	○ 1 fenotype
B	de informatie op het DNA voor één erfelijke eigenschap	○	○ 2 gen
C	de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme	○	○ 3 genotype

b Welke eigenschappen van een organisme zijn erfelijk?
alle eigenschappen / een deel van de eigenschappen

c Het fenotype wordt *voor een deel / helemaal* bepaald door het genotype.

Een man heeft in de winter een lichtgekleurde huid. In de zomer is zijn huid verkleurd door de zon.

- In de zomer is zijn fenotype *anders dan / hetzelfde als* in de winter.
- In de zomer is zijn genotype *anders dan / hetzelfde als* in de winter.
- Een kind van deze man erft de eigenschap 'verkleurde huid' *wel / niet* van zijn vader.

Samenvatting

Teken een grote lichaamscel. Geef hierin aan: *celkern – chromosoom – DNA – gen*.

Elke celkern bevat de complete informatie voor .....

.....

Een gen bevat de informatie voor .....

Genotype: .....

Fenotype: .....

Het fenotype wordt bepaald door: .....

INZICHT

5 Bekijk afbeelding 6.
Zijn de eigenschappen erfelijk?

- behaarde bladeren *ja / nee*
- bladeren die slap hangen *ja / nee*
- een wipneus *ja / nee*
- geel gras *ja / nee*
- het zware lichaam van een sumoworstelaar *ja / nee*
- kleurenblind zijn *ja / nee*
- kort haar *ja / nee*
- krullend haar vanaf de geboorte *ja / nee*
- lange dikke darm *ja / nee*
- piercings in je neus *ja / nee*

Afb. 6 Erfelijk of niet?

1 geel gras in een droge zomer

2 Sumoworstelaars hebben een zwaar lichaam door speciale voeding.

6

a Van wie is de erfelijke informatie in jouw lichaamscellen afkomstig?
- ○ A vooral van je moeder
- ○ B vooral van je vader
- ○ C van beide ouders evenveel

b Erwins moeder is met een donkere huid geboren. Erwins vader is met een lichte huid geboren. Erwin had bij zijn geboorte een donkere huid. De huidcellen van Erwin bevatten erfelijke informatie voor zijn huidskleur.
Hoeveel van deze erfelijke informatie is afkomstig van zijn moeder?
- ○ A minder dan 50%
- ○ B 50%
- ○ C meer dan 50%

c
- Welke cellen bevatten de erfelijke informatie voor de huidskleur van Erwin?
  alle lichaamscellen / alleen de huidcellen
- Welke cellen bepalen het fenotype huidskleur van Erwin?
  alle lichaamscellen / alleen de huidcellen

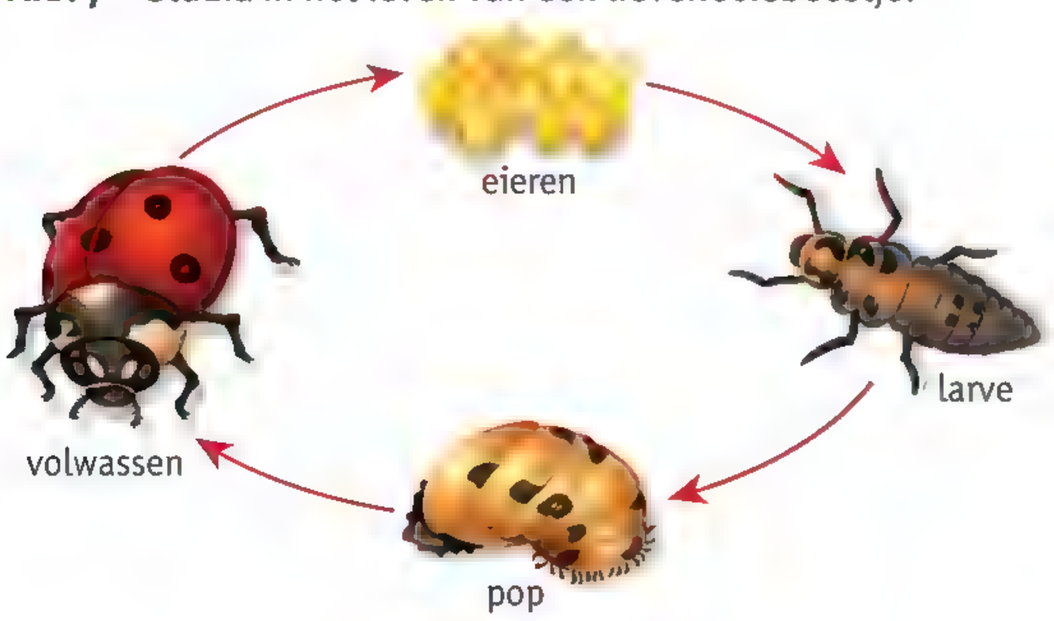
7

In afbeelding 7 zie je de vier stadia in de levenscyclus van een lieveheersbeestje.

a In elk stadium is het fenotype *hetzelfde / verschillend*.

b In elk stadium is het genotype *hetzelfde / verschillend*.

Afb. 7 Stadia in het leven van een lieveheersbeestje.



8 Lees de tekst 'Niet bang voor gevaar' in afbeelding 8.

a De Amerikaanse vrouw is niet bang voor gevaar.
Wordt deze eigenschap vooral bepaald door haar genotype, door haar leefstijl of door haar omgeving? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

b Welk ander deel van het fenotype van de vrouw is een gevolg van het gen?

.....

.....

c Bij mensen met het speciale ECM1-gen kunnen ook andere verschijnselen voorkomen.
Vier van deze verschijnselen staan hier.
Hoort het verschijnsel bij het fenotype?

- depressief zijn *ja / nee*
- dingen horen die er niet zijn *ja / nee*
- verminderde smaak *ja / nee*
- wondjes die niet genezen *ja / nee*

Afb. 8

Niet bang voor gevaar

Een vrouw in Amerika is met messen en pistolen overvallen en thuis mishandeld. Dat maakte haar wel kwaad, maar nooit bang. Ook het ergste spookhuis, grote roofdieren en de engste films konden bij haar geen angst opwekken, bleek uit onderzoek. De vrouw heeft een speciaal ECM1-gen. Dit gen veranderde haar hersenen, waardoor zij geen angstgevoelens kent. Niet alleen haar angstgevoelens verdwenen. Door het gen heeft zij ook een hese stem.

9 Lees de tekst 'Tim heeft de snelste vader en moeder' in afbeelding 9.

a Hard kunnen lopen is *helemaal / voor een deel / niet* erfelijk bepaald.

b Betere prestaties door dopinggebruik zijn *helemaal / voor een deel / niet* erfelijk bepaald.

c Om als atleet een gouden Olympische medaille te winnen, moet je de beste zijn. Dat kan alleen als je genotype, je leefstijl en je omgeving alle drie zeer gunstig zijn voor de atletiek.
Leg voor elk van deze drie factoren uit dat ze gunstig moeten zijn.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Afb. 9

Tim heeft de snelste vader en moeder

Marion Jones en Tim Montgomery hebben een zoon die ook Tim heet. Marion Jones was Olympisch en wereldkampioen op de 100 meter hardlopen. Tim Montgomery was met 9,78 seconden wereldrecordhouder op de 100 meter. De ouders van Tim waren dus de snelste man en de snelste vrouw op aarde.
Wordt hun zoon Tim dan later ook weer de snelste man ter wereld? Dat weet je natuurlijk niet. Maar hij heeft wel een voorsprong door zijn genen. Als ouders hun kind stimuleren bij sport, heeft dat ook veel invloed op het sportsucces van hun kind. Helaas is gebleken dat beide ouders van Tim doping hadden gebruikt om hun prestaties te verbeteren.

+ 10

Lees de tekst 'Verliefd op een ander genotype' in afbeelding 10.

a Welk deel van het genotype bepaalt je weerstand tegen ziekten?

.....

.....

b Welke drie fenotypen worden in de tekst genoemd?

1 .....

2

3 .....

c Leg uit dat een betere titel voor het artikel is: 'Verliefd op een ander fenotype'.

.....

.....

.....

.....

Afb. 10

Verliefd op een ander genotype

Amerikaanse onderzoekers ontdekten dat het genotype van getrouwde koppels onderling meer verschilt dan dat van willekeurig door de computer gekozen koppels. Vooral de genen die belangrijk zijn bij de weerstand tegen ziekten (MHC-genen) verschilden bij getrouwde koppels. Ouders die veel verschillen in hun MHC-genen, krijgen gemiddeld gezondere kinderen dan ouders van wie de MHC-genen weinig verschillen.
Hoe kan dat? Je kunt immers niet zien dat een partner andere MHC-genen heeft dan jij zelf. Nee, maar je kunt het wel ruiken, bleek uit ander onderzoek. De lichaamsgeur van iemand met andere MHC-genen dan je zelf hebt, vinden we namelijk aantrekkelijker ruiken dan die van iemand met gelijke MHC-genen.

SAMENHANG leefwereld

GEEN SPREEKANGST

Sommige mensen zijn niet bang om voor grote groepen te spreken. Mila bijvoorbeeld spreekt voor haar werk al jaren met veel plezier voor volle zalen. Maar vroeger was dat wel anders. Ze raakte in paniek bij een spreekbeurt op school. Mila volgde daarom een cursus om met spreekangst voor groepen om te leren gaan. Uit de reacties van het publiek bleek dat zij heel boeiend en enthousiast kon spreken voor een groep. Ze moest zich wel heel goed voorbereiden en thuis oefenen. Ze heeft inmiddels zoveel ervaring, dat ze het gewoon leuk vindt om voor een groot publiek te spreken.

Afb. 11 Spreken voor een groep.

11 Lees de tekst 'Geen spreekangst'.

a Mila heeft geen spreekangst voor een groep. Daarvoor heeft ze verschillende dingen veranderd aan haar leefstijl.
Geef twee voorbeelden van veranderingen in haar leefstijl.

.....

.....

.....

b Mila kan heel boeiend en enthousiast spreken.
Leg uit dat haar erfelijke eigenschappen hierbij een rol spelen.

.....

.....

c Haar publiek bevestigt dat ze boeiend en enthousiast kan vertellen.
Leg uit dat Mila's omgeving hier een rol speelt bij de eigenschap: geen spreekangst hebben.

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Chromosomen en genen

LEERDOELEN

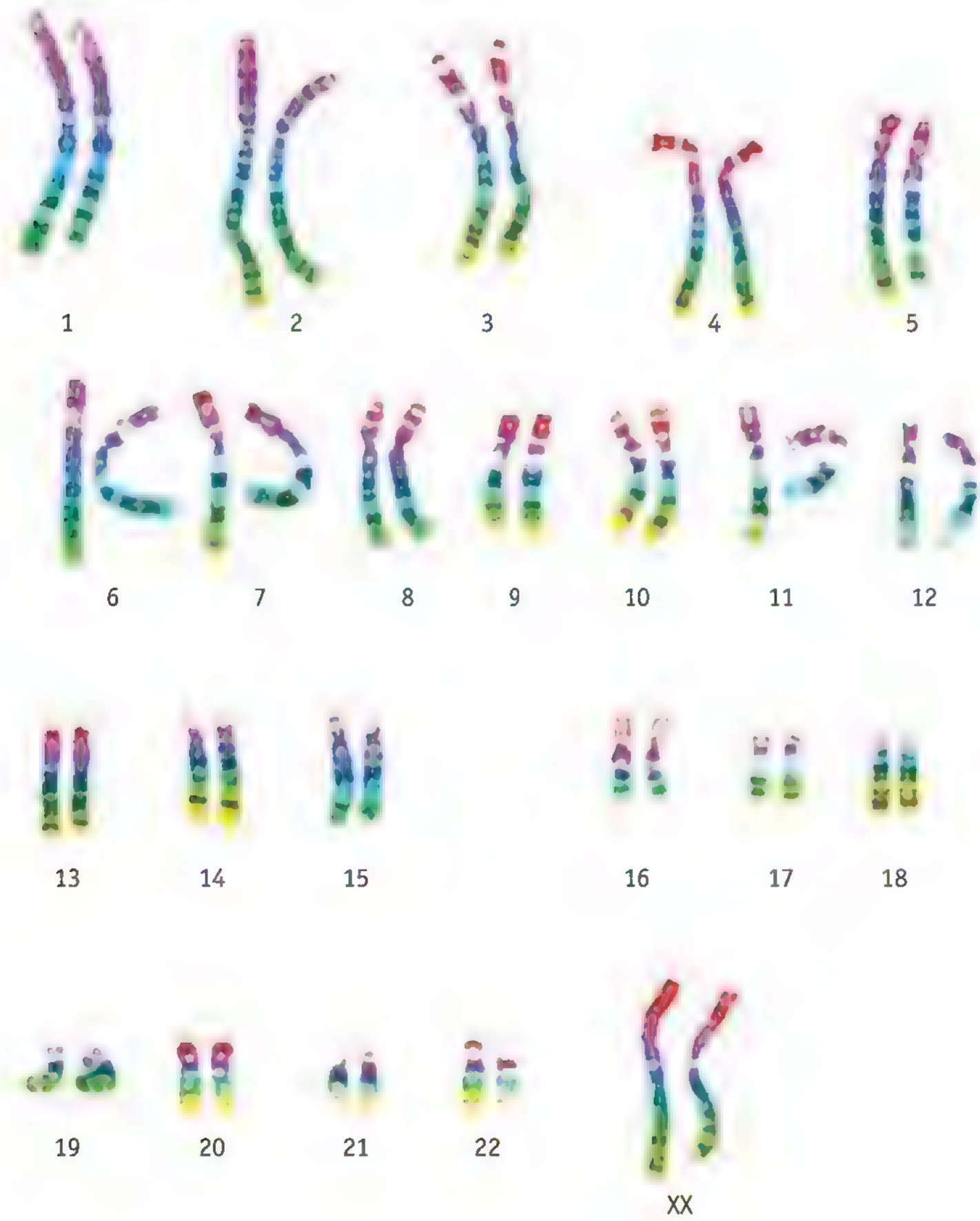
3 Je kunt beschrijven hoe elk van de ouders 50% van de chromosomen levert.
4 Je kunt benoemen dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de geslachtschromosomen.

Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor is opgeslagen in 46 chromosomen. Van elk chromosoom heb je er twee.

PAREN

In afbeelding 1 zie je de chromosomen uit één lichaamscel van een vrouw. Een cel van een mens bevat 46 chromosomen. Die chromosomen komen voor in **paren.** Een mens heeft 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle lichaamscellen.
De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten ook de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

Afb. 1 De chromosomen van een vrouw, in paren.



GESLACHTSCELLEN

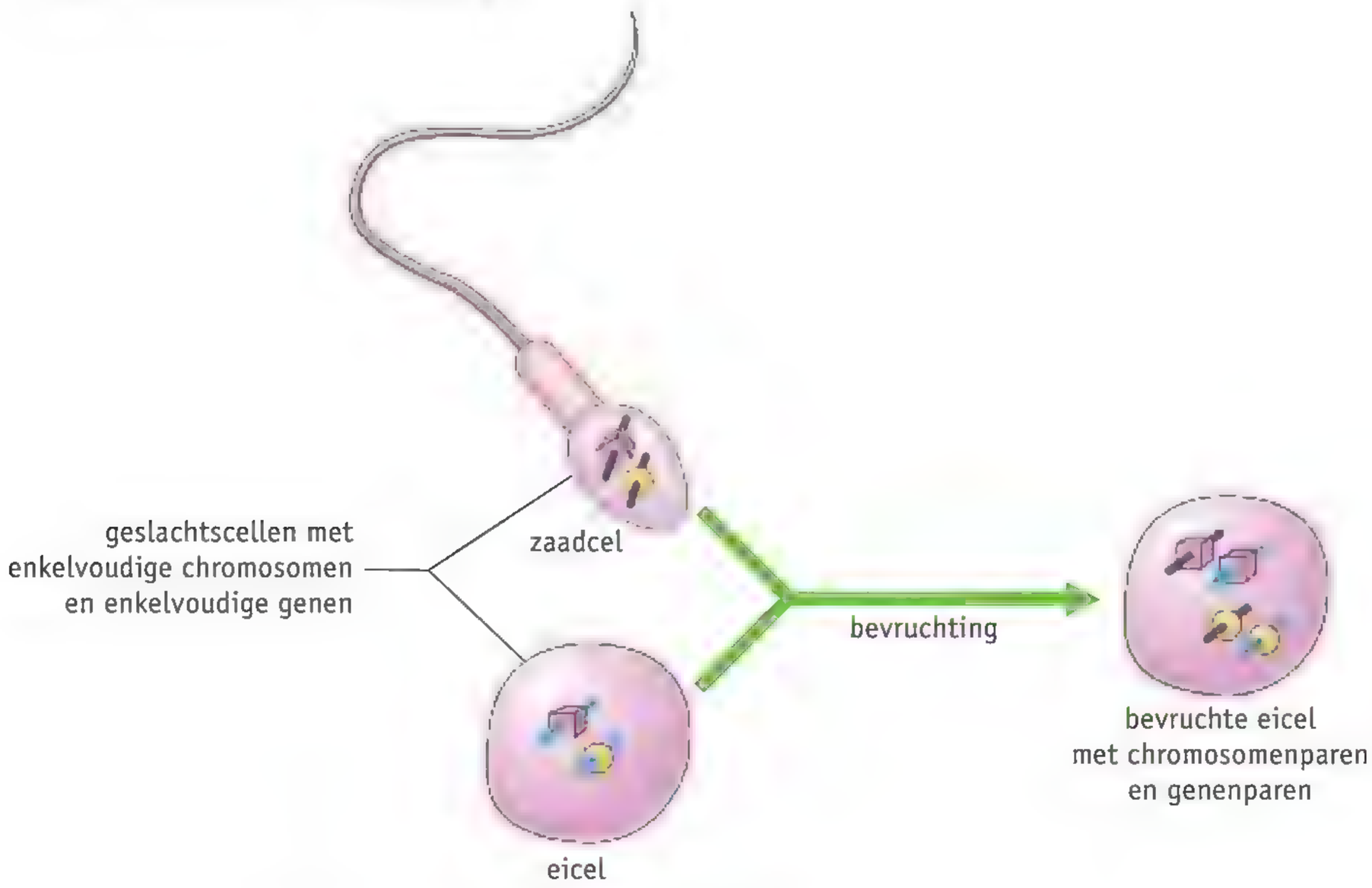
Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen. In de kernen van **geslachtscellen** komen de chromosomen niet in paren voor maar enkelvoudig. Een geslachtscel van een mens bevat geen 46 chromosomen, maar de helft daarvan (23).
Geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling. Elke geslachtscel krijgt één chromosoom van elk paar. In afbeelding 2 zie je hoe uit een lichaamscel geslachtscellen ontstaan. Van een lichaamscel van een man zijn drie chromosomenparen getekend. De twee genen van een paar zijn verschillend gekleurd, zodat je het verschil kunt zien.
Van deze chromosomenparen komt telkens één chromosoom in een zaadcel terecht. Welk van beide chromosomen in een zaadcel terechtkomt, hangt af van het toeval. Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij een vrouw ontstaan de eicellen op dezelfde manier.

Afb. 2 De vorming van geslachtscellen.

BEVRUCHTING

Bij bevruchting versmelten de kern van een eicel en de kern van een zaadcel (zie afbeelding 3). De chromosomen uit de cellen komen dan bij elkaar. Samen komen ze in de celkern van de bevruchte eicel terecht.
De kern van de zaadcel bevat 23 chromosomen van de vader. De kern van de eicel bevat 23 chromosomen van de moeder. De kern van de bevruchte eicel bevat weer 46 chromosomen. Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de vader en één van de moeder.

Afb. 3 Chromosomen bij bevruchting.



Slechts twee van de 23 chromosomen(paren) zijn getekend in elke cel.

GESLACHT

Bij het 23e chromosomenpaar van afbeelding 1 staat geen nummer maar 'XX'. Dit zijn de **geslachtschromosomen**. Bij een vrouw zijn de geslachtschromosomen gelijk aan elkaar. Een vrouw heeft twee X-chromosomen (XX). Bij een man zijn de geslachtschromosomen verschillend. Een man heeft een X- en een Y-chromosoom (XY, zie afbeelding 4).

Het geslachtschromosoom in een eicel is altijd een X. Het geslachtschromosoom in een zaadcel kan een X zijn of een Y. Bij de bevruchting ontstaat dus een chromosomenpaar XX of een chromosomenpaar XY. De baby wordt een meisje of een jongetje, en heel soms intersekse (bijvoorbeeld een meisje met XY-chromosomen).

Afb. 4 Geslachtschromosomen.

1 vrouw (XX) 2 man (XY)

KENNIS

1

Kies steeds het juiste antwoord.

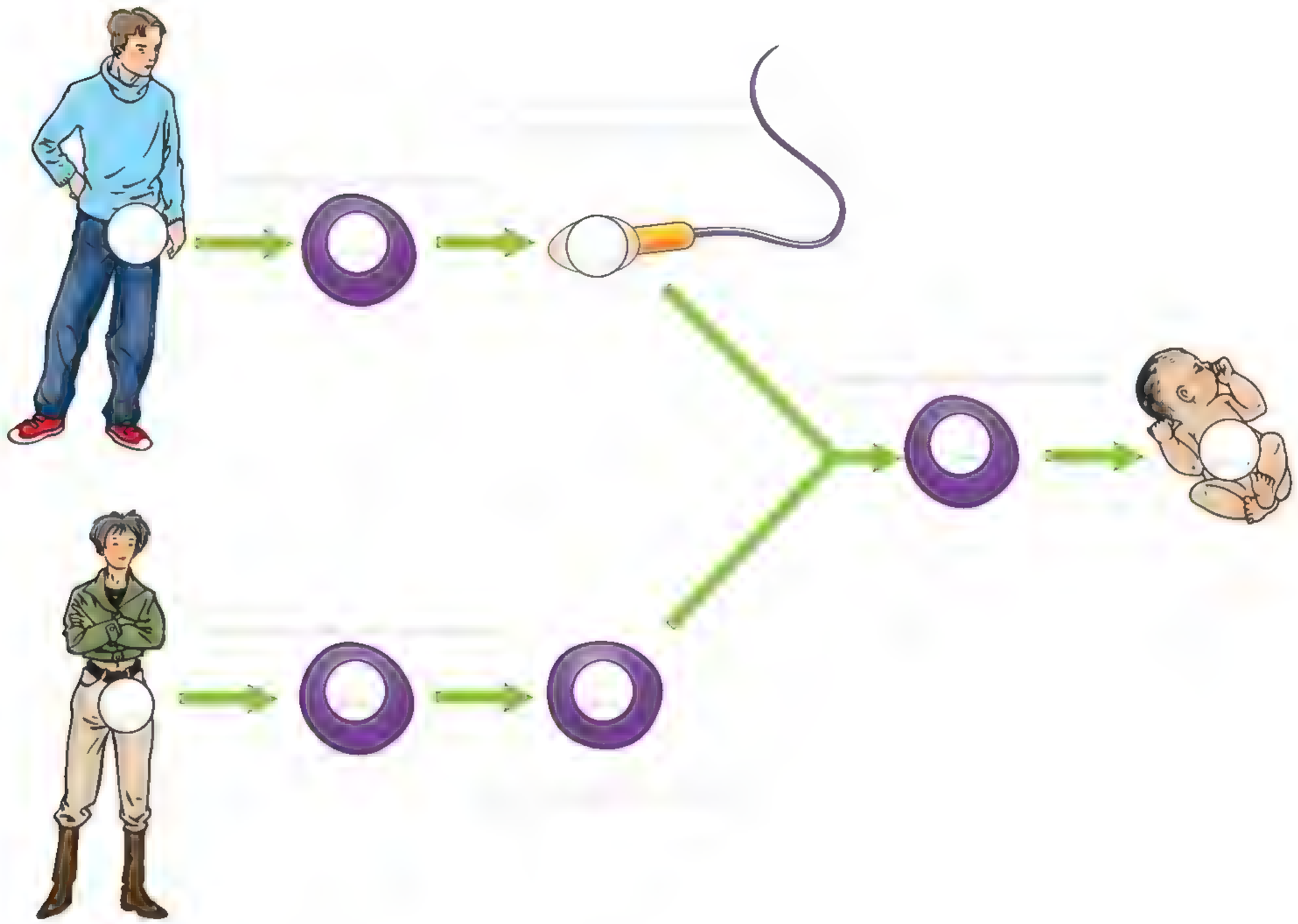
- Eicellen en zaadcellen zijn *geslachtscellen / lichaamscellen*.
- In een lichaamscel komen *23 / 46* chromosomen voor.
- In een geslachtscel komen *23 / 46* chromosomen voor.
- In een lichaamscel komen de chromosomen *enkelvoudig / in paren* voor.
- In een geslachtscel komen de chromosomen *enkelvoudig / in paren* voor.
- In een geslachtscel komen de genen *enkelvoudig / in paren* voor.
- In een bevruchte eicel komen de genen *enkelvoudig / in paren* voor.
- Van de chromosomen in een lichaamscel van een meisje is *minder dan de helft / de helft / meer dan de helft* afkomstig van de moeder.
- Een cel die evenveel chromosomen bevat van de moeder als van de vader is een *geslachtscel / lichaamscel*.

In afbeelding 5 zie je de vorming van geslachtscellen en de bevruchting bij de mens.

a Zet bij elke cel wat voor cel het is. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel – eicel – lichaamscel – zaadcel*. Sommige woorden gebruik je meerdere keren.

b In de afbeelding zijn acht celkernen getekend.
Vul in elke celkern het aantal chromosomen in. Gebruik daarbij: *23 – 46*.

Afb. 5



Kies steeds het juiste antwoord.

- Welke geslachtschromosomen heeft een lichaamscel van een man? *X / Y / XX / XY*
- Welke geslachtschromosomen heeft een lichaamscel van een vrouw? *X / Y / XX / XY*
- Hoeveel geslachtschromosomen bevat een geslachtscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Hoeveel geslachtschromosomen bevat een lichaamscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Hoeveel chromosomen bevat een geslachtscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Hoeveel chromosomen bevat een lichaamscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Een geslachtscel met een X-chromosoom is een *eicel / zaadcel / eicel of zaadcel*.
- Een geslachtscel met een Y-chromosoom is een *eicel / zaadcel / eicel of zaadcel*.
- Bij een organisme verschillen de genotypen van de *geslachtscellen / lichaamscellen*.

Samenvatting

Vul de tabel in en maak de tekst af.

	Lichaamscel	Geslachtscel	Bevruchte eicel
Aantal chromosomen	*23 / 46*	*23 / 46*	*23 / 46*
Chromosomen	*enkelvoudig / in paren*	*enkelvoudig / in paren*	*enkelvoudig / in paren*
Genen	*enkelvoudig / in paren*	*enkelvoudig / in paren*	*enkelvoudig / in paren*
Genotypen van de cellen	*gelijk / verschillend*	*gelijk / verschillend*	–
Geslachtschromosomen	vrouw: man:	vrouw: man:	XX of XY

Van elk chromosomenpaar in een ..... is één chromosoom afkomstig van ..... en één van .....

Van elk chromosomenpaar komt één chromosoom in de .....

Welk van beide dat is, hangt af van .....

INZICHT

5 In afbeelding 6 zie je het ontstaan van een baby in vijf stappen getekend.

a Bij welke stap ontstaat het genotype van de baby? Leg je antwoord uit.

.....

.....

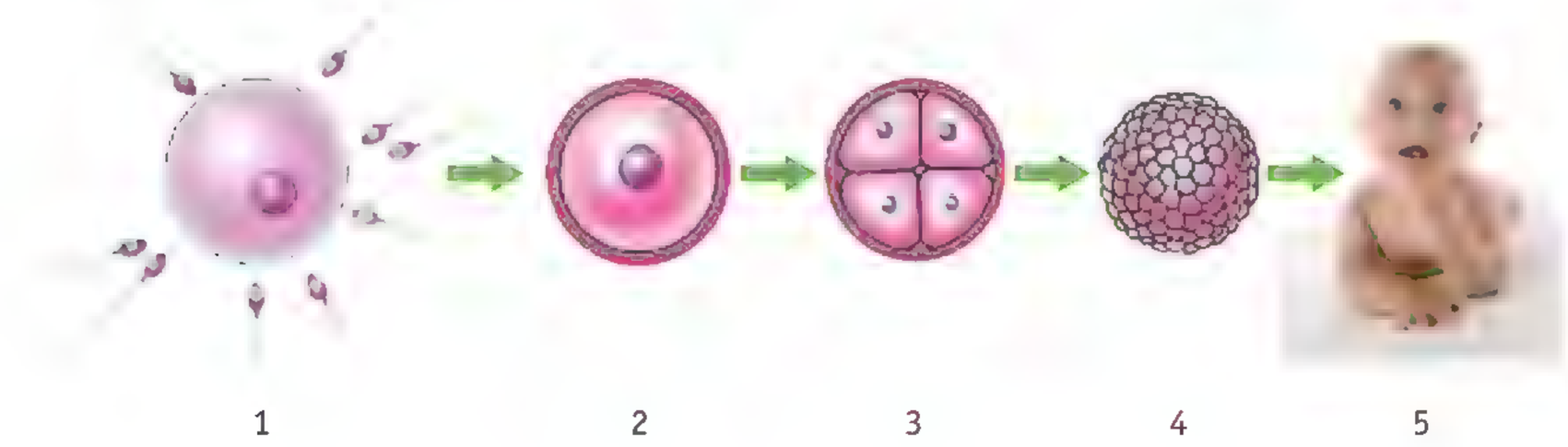
.....

.....

b De genen in een witte bloedcel en de genen in een maagwandcel van deze baby zijn *gelijk / verschillend*.

c De genen in de bevruchte eicel en de genen in een huidcel van de baby die hieruit voortkwam, zijn *gelijk / verschillend*.

Afb. 6 Het ontstaan van een baby.



6 In afbeelding 7 zie je vier chromosomen. Ze staan niet in paren bij elkaar.
Welke chromosomen vormen een chromosomenpaar? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Afb. 7 Vier chromosomen.

In afbeelding 8 zie je vier cellen schematisch getekend met daarin chromosomen en genen.

a In welke cel zijn de chromosomen en genen juist getekend? Leg je antwoord uit.

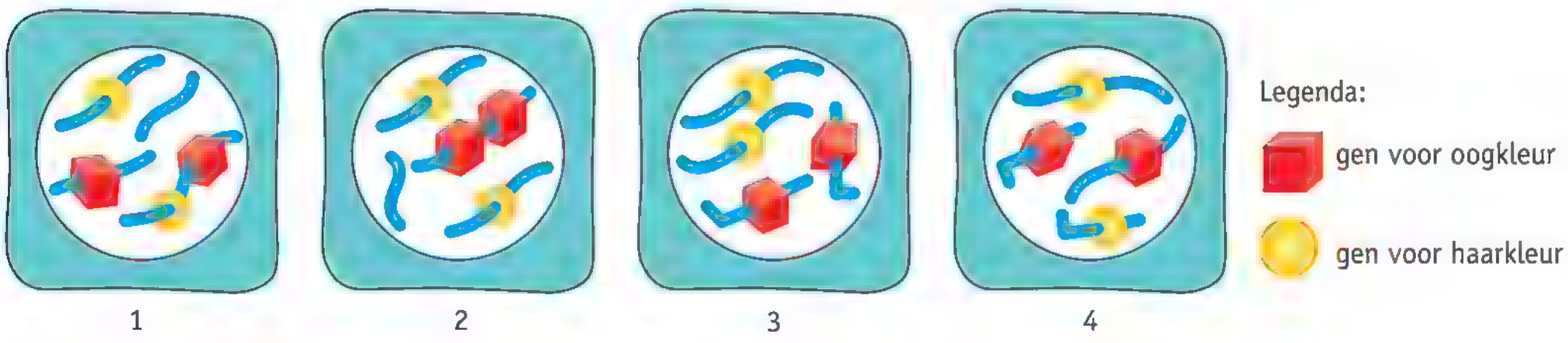
.....

.....

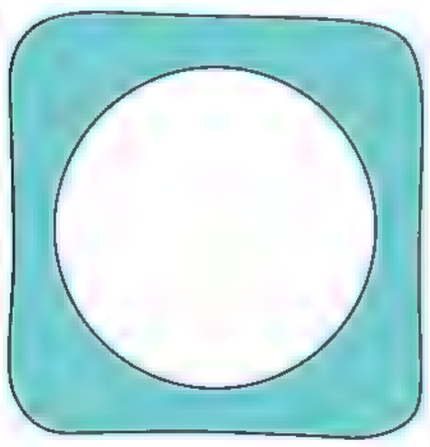
b Cel 3 is een lichaamscel van een organisme. Dit organisme vormt geslachtscellen.
Teken de chromosomen en genen in de geslachtscel van afbeelding 9.

c In een zaadcel van een organisme zijn meerdere genen aanwezig die de haarkleur bepalen. Deze genen liggen niet op een geslachtschromosoom.
Hoeveel genen voor de haarkleur kunnen aanwezig zijn in een hartcel van dit organisme?
0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6

Afb. 8 Vier cellen.



Afb. 9 Een geslachtscel.



3

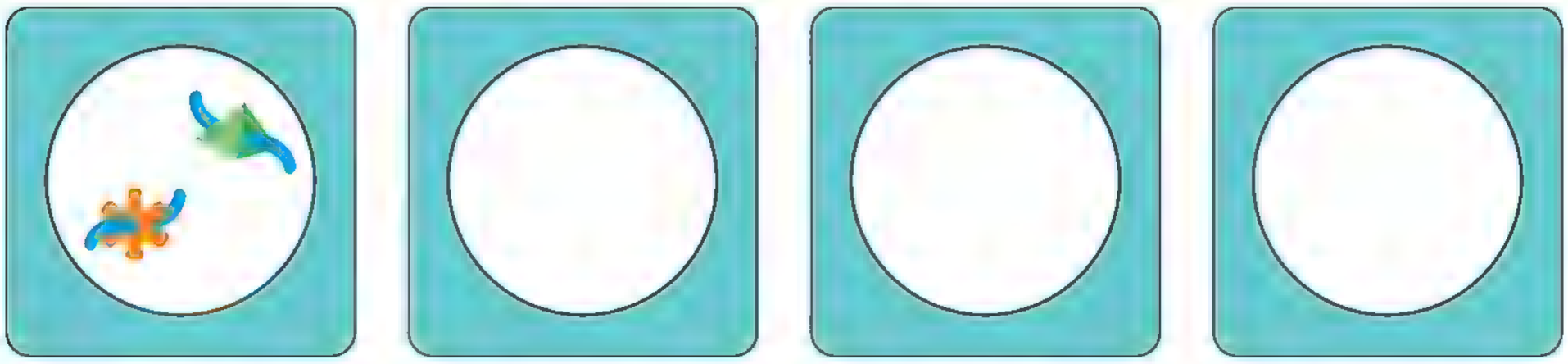
In afbeelding 10 zie je een schematische tekening van vier cellen van muizen. Cel 1 is een eicel met twee verschillende chromosomen, met op elk chromosoom een gen.

a Teken in cel 2 de chromosomen en genen in een zaadcel van de muis.

b Teken in cel 3 de chromosomen en genen in een bevruchte eicel van een muis.

c Teken in cel 4 de chromosomen en genen in een zenuwcel van een muis.

Afb. 10 Cellen van een muis.



1 eicel 2 zaadcel 3 bevruchte eicel 4 zenuwcel

9

Bij runderen komt in zaadcellen geslachtschromosoom X of Y voor, net als bij mensen. De stieren zijn gespierder dan de koeien.

a In een bedrijf worden kalveren gefokt voor de melkveehouderij.
Voor welke zaadcellen zal dit bedrijf vooral belangstelling hebben: voor zaadcellen met een X-chromosoom of met een Y-chromosoom? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

b In een ander bedrijf worden kalveren gefokt voor de vleesindustrie.
Voor welke zaadcellen zal dit bedrijf vooral belangstelling hebben? Leg je antwoord uit.

.....

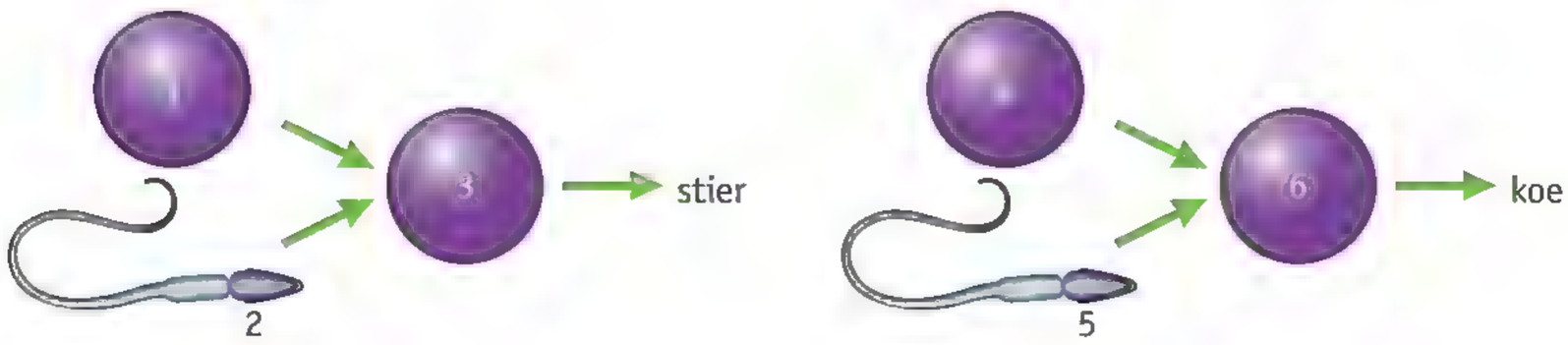
.....

.....

c In afbeelding 11 zie je twee eicellen, twee zaadcellen en twee bevruchte eicellen getekend. Uit de bevruchte eicellen ontstaan een stier en een koe.
Welke geslachtschromosomen bevatten de cellen?

- cel 1: .....
- cel 2: .....
- cel 3: .....
- cel 4: .....
- cel 5: .....
- cel 6: .....

Afb. 11 Bevruchting.



+ 10 In een eicel van Lexie bevinden zich genen op chromosomen.
Van wie zijn deze genen zeer waarschijnlijk afkomstig: van haar moeder, haar vader of van beide ouders? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

SAMENHANG leefwereld

MAN OF VROUW IN DE VROUWENSPORT?

Mannen hebben veel meer van het hormoon testosteron in hun bloed dan vrouwen. Daardoor hebben mannen meer spieren en rode bloedcellen. De scores liggen in een mannencompetitie dan ook ruim 10% hoger dan in een vrouwencompetitie.
Caster Semenya doet als vrouw aan atletiek op het hoogste niveau. Ze heeft echter zoveel mannelijke kenmerken dat zij moest aantonen dat zij vrouw was. Caster Semenya is geboren als meisje met XY-chromosomen (intersekse). Ze bleek niet gevoelig voor het mannelijk hormoon testosteron tijdens haar ontwikkeling tot baby. Daardoor zijn haar teelballen wel gevormd, maar niet ingedaald naar de balzak. Ook ontstond bij haar een vagina. In de puberteit werd ze meer gevoelig voor testosteron. Daardoor had ze als 18-jarige smalle heupen, brede schouders en een gespierd lichaam.

Afb. 12 Caster Semenya op de Olympische spelen (geheel links).

Lees de tekst 'Man of vrouw in de vrouwensport?'.

a Caster Semenya heeft de geslachtschromosomen XY.
Heeft Caster Semenya mannelijke primaire geslachtskenmerken? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

b Heeft Caster Semenya mannelijke secundaire geslachtskenmerken? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

c Mannen met XY-chromosomen maken meer spieren dan vrouwen met XX-chromosomen. Daardoor kunnen zij harder lopen dan vrouwen.
Geef nog een reden waardoor iemand met XY-chromosomen harder kan lopen dan iemand met XX-chromosomen.

.....

.....

.....

.....

d Vind jij dat Caster Semenya in de competitie moet meedoen met de mannen of met de vrouwen? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Variatie in genotypen

LEERDOELEN

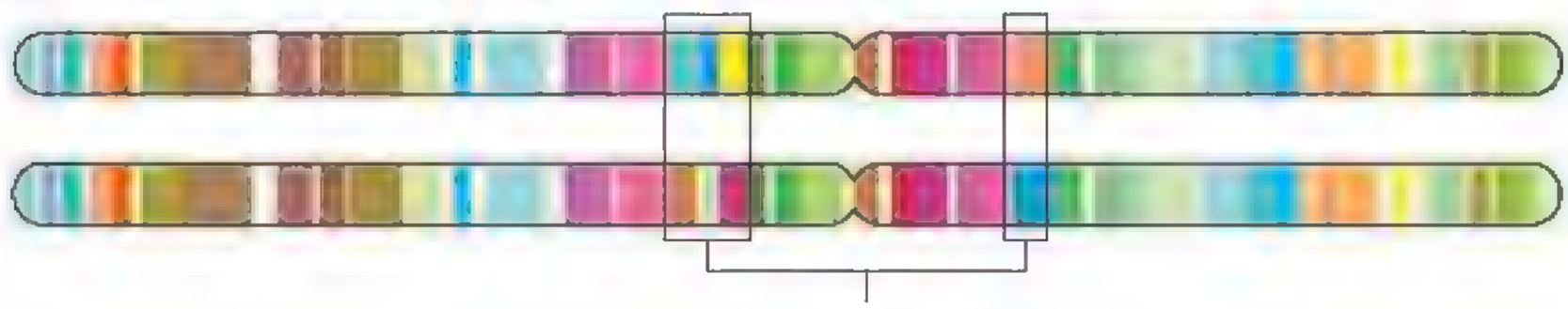
5 Je kunt omschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.
6 Je kunt omschrijven wat een mutatie is.

In een lichaamscel komen chromosomen in paren voor en in een geslachtscel enkelvoudig. Bij geslachtscellen komen veel verschillende genotypen voor.

GENENPAAR

Je vader en je moeder hebben niet dezelfde eigenschappen. Je vader kan bijvoorbeeld steil haar hebben en je moeder krullend haar. Bij de bevruchting krijg je van elke ouder één chromosoom.
Daardoor kan de informatie op de twee chromosomen van een paar verschillend zijn. Het ene chromosoom bevat bijvoorbeeld de informatie voor steil haar, het andere voor krullend haar (zie afbeelding 1).

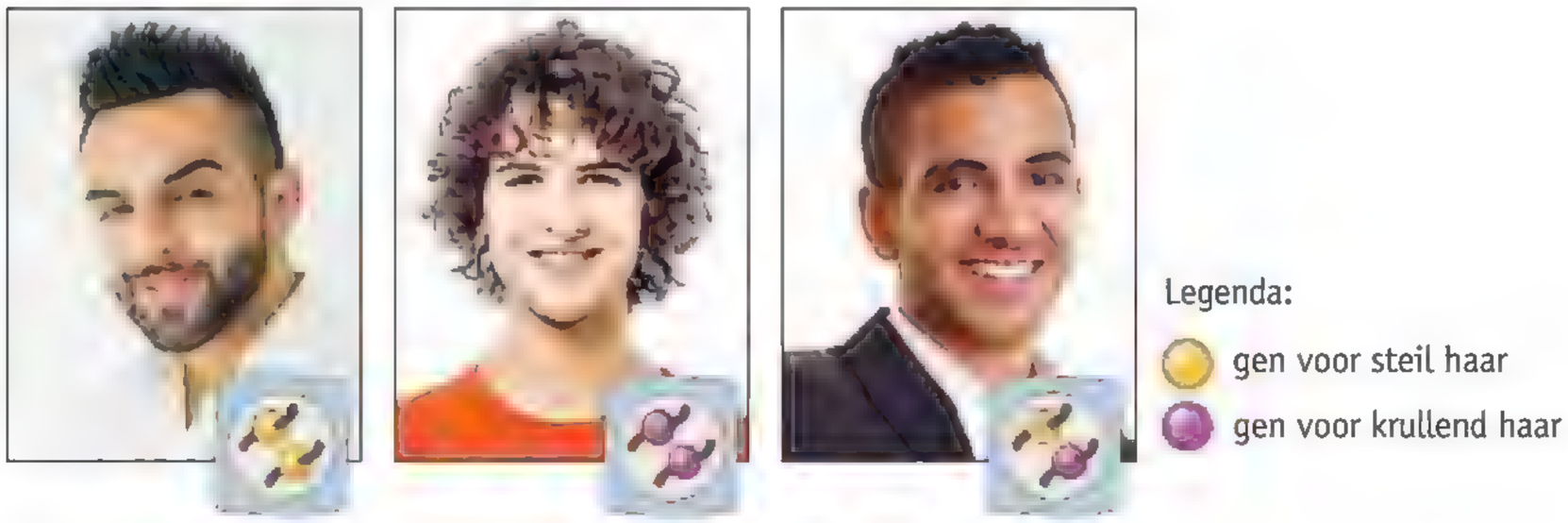
Afb. 1 Verschillende informatie op een chromosomenpaar.



De twee chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen. In afbeelding 1 zie je dat aan de breedte van de gekleurde streepjes: die is gelijk. De informatie van de twee genen kan verschillen. In afbeelding 1 zie je dat aan de kleur van de streepjes: die kan gelijk zijn of verschillend.

Bij sommige mensen hebben beide chromosomen van een paar het gen voor steil haar. Bij anderen bestaat het paar uit twee genen voor krullend haar. En er zijn ook mensen die één gen hebben voor steil haar en één voor krullend haar. In afbeelding 2 zie je dat de genen voor een erfelijke eigenschap gelijk of verschillend kunnen zijn.

Afb. 2 Genen voor de haarvorm.

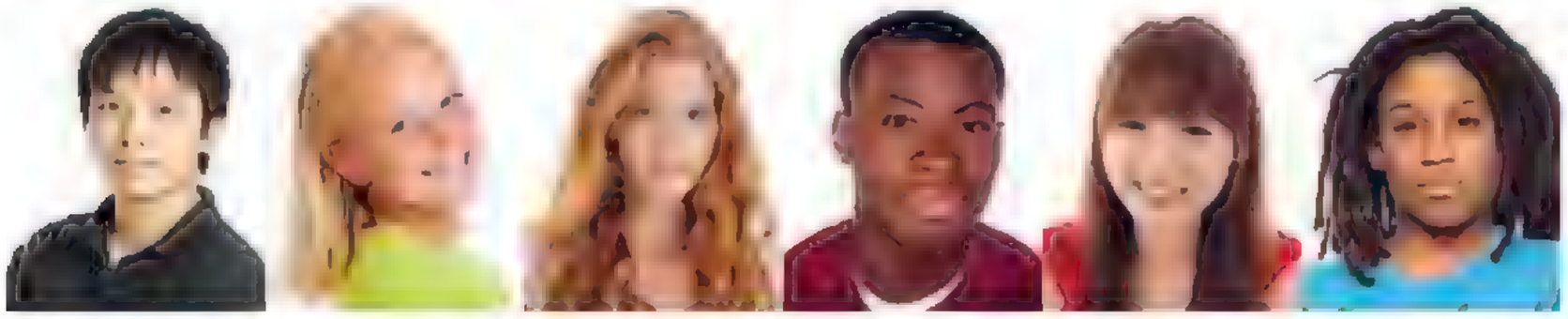


1 twee genen voor steil haar
2 twee genen voor krullend haar
3 één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar

VARIATIE

Welk gen van een paar terechtkomt in een geslachtscel, hangt af van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Dat geldt voor de vader en voor de moeder. Hierdoor heeft de nakomeling een andere combinatie van genen dan de ouders. De nakomeling heeft een ander genotype dan de ouders. Ook broers en zussen hebben verschillende genotypen. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat bij de nakomelingen **variatie in genotypen**. Daardoor verschillen ook de fenotypen (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen.



MUTATIE

Het DNA in een chromosoom kan beschadigd raken, bijvoorbeeld bij de celdeling. Daardoor verandert de informatie voor een erfelijke eigenschap. Zo'n plotselinge verandering van het genotype heet een **mutatie**. Bij een mutatie zijn een of meer genen **gemuteerd** (veranderd).

Een organisme waarbij een mutatie tot uiting komt in het fenotype, noem je een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat pigment (kleurstof) te vormen. Daardoor zijn de haren en de huid erg bleek. Albino's komen zowel bij mensen als bij dieren voor (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Albinisme en pigmentmutatie.

1 albino-egel

2 pigmentmutatie bij een mens

3 albinopinguïn

MUTAGENE INVLOEDEN

Door sommige soorten straling kunnen in je lichaam mutaties ontstaan (bijvoorbeeld radioactieve straling, uv-straling en röntgenstraling). Ook als je met bepaalde chemische stoffen in aanraking komt, ontstaan vaker mutaties (bijvoorbeeld asbest of stoffen in sigarettenrook). Straling en chemische stoffen zijn voorbeelden van **mutagene invloeden** (zie afbeelding 5). Mutageen betekent dat het een mutatie kan veroorzaken.

Afb. 5 Mutagene invloeden.

asbeststof

uv-straling

sigarettenrook

röntgen- en radioactieve straling

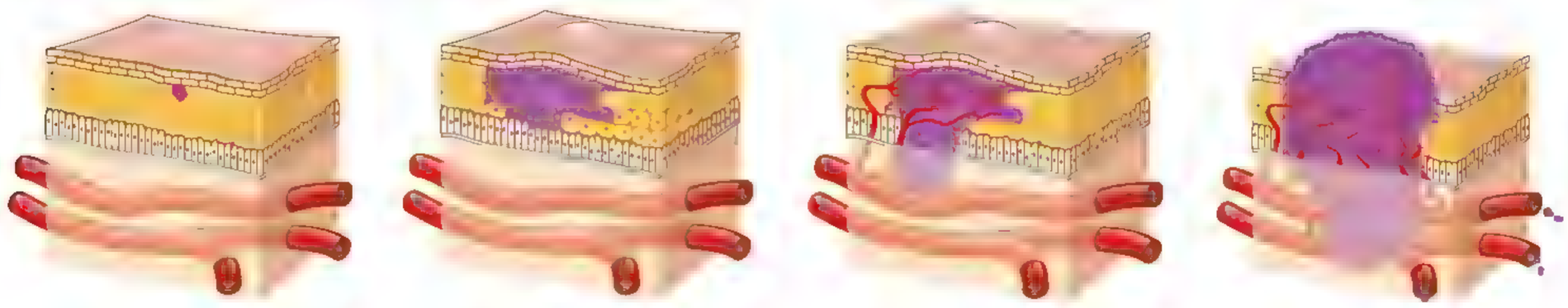
KANKER

Soms vinden mutaties plaats in genen die de celdeling regelen. Hierdoor kan een cel zich ongeremd gaan delen. Er ontstaat dan een gezwel of **tumor.** Sommige tumoren groeien langzaam en zijn niet ernstig. Maar er zijn ook tumoren waarbij de cellen zich snel delen en de tumor hard groeit. Dit heet **kanker.**

Cellen van de tumor kunnen terechtkomen in het bloed (zie afbeelding 6). Deze cellen worden meegevoerd en komen in andere lichaamsdelen terecht. Daar ontstaan dan weer nieuwe tumoren. Dit heet **uitzaaiing.**

Mutagene invloeden kunnen ook kankerverwekkend zijn. Te veel uv-straling van zonlicht op de huid bijvoorbeeld vergroot de kans op huidkanker. Stoffen in sigarettenrook vergroten de kans op longkanker.

Afb. 6 Het ontstaan van kanker (schematisch).



1 In één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt.

2 De kankercel deelt zich ongeremd.

3 Er is een kankergezwel ontstaan.

4 Cellen van de tumor komen in het bloed terecht.

KENNIS

1

a De twee chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen.

- De twee genen van een genenpaar bevatten informatie voor *dezelfde erfelijke eigenschap / verschillende eigenschappen*.
- Bevatten de twee genen van een genenpaar dezelfde informatie? *altijd / soms / nooit*
- Hebben geslachtscellen hetzelfde genotype als de lichaamscel waaruit ze zijn gevormd? *ja / nee*
- Hebben alle eicellen van een vrouw hetzelfde genotype? *ja / nee*
- Hebben alle zaadcellen van een man hetzelfde genotype? *ja / nee*
- Bij geslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling *anders dan / gelijk aan* het genotype van de ouders.
- Ontstaat bij geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen? *ja / nee*

b Als een bevruchte eicel uitgroeit tot een kind, vinden daarbij veel celdelingen plaats.

- Verandert bij deze celdelingen het genotype van de cellen? *ja / nee*
- Alle levercellen van een vrouw hebben *een ander / hetzelfde* genotype.

2

Welk begrip hoort bij de omschrijving?

A	cellen die zich ongeremd delen	○	○ 1 kanker
B	kan mutatie veroorzaken	○	○ 2 mutageen
C	mutatie die tot uiting komt in het fenotype	○	○ 3 mutant
D	plotselinge verandering in het genotype	○	○ 4 mutatie
E	tumor die hard groeit	○	○ 5 tumor

3

a Geef drie voorbeelden van mutagene straling.

1 .....

2 .....

3 .....

b Geef twee voorbeelden van mutagene stoffen.

1 .....

2 .....

c Wat is een oorzaak van longkanker?

.....

d Wat is een oorzaak van huidkanker?

.....

Samenvatting

- Hoe ontstaat bij geslachtelijke voortplanting variatie in genotype bij de nakomelingen?
- Wat is een mutatie en wat is een mutant?
- Wat zijn mutagene invloeden? Geef ook enkele voorbeelden.
- Wat is kanker en wanneer is kanker vooral ernstig?

- Variatie door geslachtelijke voortplanting: .....

.....

.....

.....

.....

- Een mutatie is: .....

.....

Een mutant is: .....

.....

- Mutagene invloeden: .....

.....

Voorbeelden:

– .....

.....

– .....

.....

- Kanker: .....

.....

Kanker is vooral ernstig: .....

.....

INZICHT

5 In afbeelding 7 zie je de nakomelingen van twee guppy's.

a Leg uit dat guppy's zich geslachtelijk voortplanten.

.....

.....

.....

b Door geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen bij guppy's.
Hoe kan bij guppy's nog meer variatie in genotypen ontstaan?

.....

c Stel dat het volgende het geval was:
- Alle guppy's hebben hetzelfde genotype met op elk gen van een genenpaar dezelfde informatie.
- Er bestonden geen mutaties.

Ontstaat dan variatie in genotypen bij geslachtelijke voortplanting van guppy's?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

Afb. 7 Guppy's.

6

a Soort A heeft één chromosomenpaar per lichaamscel.
Hoeveel verschillende genotypen in de geslachtscellen zijn mogelijk bij soort A?
1 / 2 / 4 / 8

b Soort B heeft 24 chromosomenparen per lichaamscel.
Ontstaat bij deze soort meer variatie in genotypen in de geslachtscellen dan bij soort A? Leg je antwoord uit.

.....

.....

c Een fruitvliegje heeft 4 chromosomenparen per lichaamscel. Een hond heeft 39 chromosomenparen per lichaamscel.
Bij welke soort zal de meeste variatie in genotypen ontstaan door geslachtelijke voortplanting: bij het fruitvliegje of bij de hond? Leg je antwoord uit. Kijk daarbij alleen naar het aantal chromosomenparen.

.....

.....

.....

.....

7 In afbeelding 8 zie je een familie waarbij personen werden geboren met veel beharing in het gezicht. Hun voorouders hadden deze beharing niet. De personen van de foto zijn genummerd.

a Zijn persoon 1 en 3 mutanten? Leg je antwoord uit.

.....

.....

b De mutatie van afbeelding 8 is zeldzaam, maar er zijn ook mutaties die veel voorkomen. Dat lees je in de tekst 'Iedereen is een mutant' in afbeelding 9. Is iemand met blauwe ogen een mutant? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Afb. 8 Een familie.

Afb. 9

Iedereen is een mutant

Er zijn heel veel verschillen tussen mensen. Een groot deel van deze verschillen is veroorzaakt door mutaties die ooit zijn ontstaan. Onze verre voorouders, de eerste mensachtigen, zijn afkomstig uit Afrika en hadden donker krullend haar, donkere ogen en een donkere huid. Blond haar, steil haar en sproeten zijn dus allemaal veroorzaakt door mutaties die ooit zijn ontstaan. Het genotype van ieder mens bevat heel veel mutaties die tot uiting komen in het fenotype. Je kunt dus wel zeggen dat iedereen een mutant is.

8

a Bij mutatie in een lichaamscel van een volwassene heeft
een deel van het lichaam / het hele lichaam de mutatie.

b In een lichaamscel heeft een mutatie meestal geen grote gevolgen, maar er is één uitzondering.
Wanneer is een mutatie in een lichaamscel wel ernstig?

.....

.....

c Lees de tekst 'Atoombommen' in afbeelding 10.
Leg aan de hand van de tekst uit dat een mutatie in een geslachtscel vaak wel ernstig is.

.....

.....

.....

Afb. 10

Atoombommen
In Japan zijn in 1945 twee atoombommen ontploft. Daarbij kwam enorm veel radioactieve straling vrij. Zelfs nu nog worden in Japan veel meer kinderen met lichamelijke en geestelijke afwijkingen geboren dan in andere landen. Hun voorouders hebben blootgestaan aan de radioactieve straling. Bij hun nakomelingen komen in de geslachtscellen meer gemuteerde genen voor dan gemiddeld.

9

a Mensen die roken, hebben veel meer kans op kanker. Leg dat uit.

.....

.....

.....

b In afbeelding 6 staan vier stadia van kanker.
Welk stadium is het ernstigst?

- ○ A stadium 1
- ○ B stadium 2
- ○ C stadium 3
- ○ D stadium 4

c Waarom is het belangrijk dat een tumor snel wordt ontdekt?

.....

.....

+ 10 Lees de tekst 'Baarmoederhalskanker' in afbeelding 11.

a Wat is de mutagene invloed bij baarmoederhalskanker? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

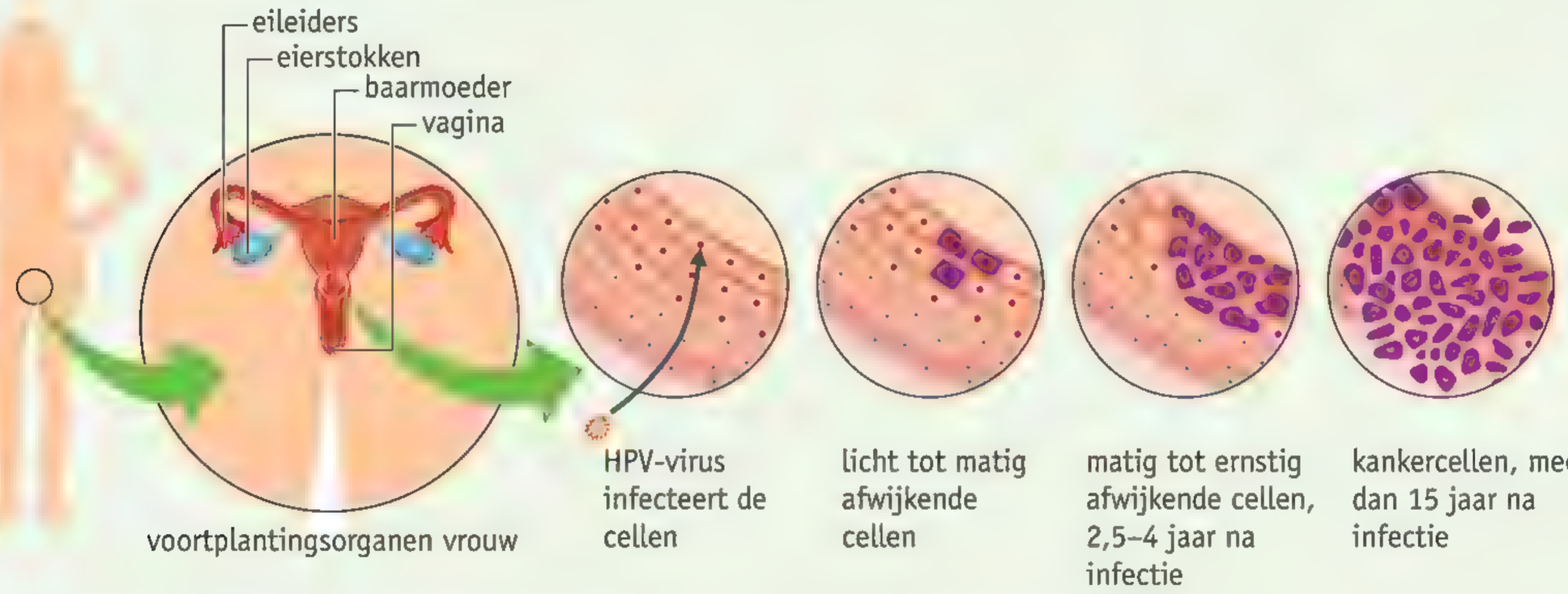
b Waarom is bij de prik gekozen voor een leeftijd van 12 jaar?

.....

.....

Afb. 11

Baarmoederhalskanker



Meisjes vanaf 12 jaar kunnen een serie prikken halen die beschermt tegen baarmoederhalskanker. Vrouwen kunnen baarmoederhalskanker krijgen door besmetting met het HPV-virus. Dit virus wordt vooral verspreid via seksueel contact. Met de prik kan 70% van de gevallen van baarmoederhalskanker worden voorkomen.

SAMENHANG leefwereld

DNA-VERWANTSCHAPSTEST

Met een DNA-verwantschapstest kun je onderzoeken of een man de vader is van een kind. De vader moet dan voor de helft dezelfde genen hebben als het kind. In afbeelding 12 zie je zo'n test. In deze test worden vier genenparen onderzocht. Bij elk genenpaar van een persoon staan telkens twee pieken (een piek stelt een gen voor). Is de informatie van twee genen hetzelfde, dan staan de genen op dezelfde plek. In de afbeelding zie je alleen genenparen waarvan de twee genen niet dezelfde informatie voor een eigenschap bevatten.
Een kind, Marianne, wil twee mogelijke vaders onderzoeken (Bas en Twan). Van elk genenpaar van Marianne is steeds een van de twee genen hetzelfde als bij haar moeder. Dat is met rode lijnen aangegeven. De andere helft van het genenpaar moet dan hetzelfde zijn als bij haar vader.

Afb. 12 Uitslag DNA-verwantschapstest.

Lees de tekst 'DNA-verwantschapstest'.

a Bij een DNA-verwantschapstest onderzoekt men genen uit *geslachtscellen / lichaamscellen*.

b Waarom onderzoekt men bij een DNA-verwantschapstest genenparen die vaak twee ongelijke genen bevatten?

.....

.....

c De helft van de genen van Marianne is gelijk aan die van *Bas / Twan*.

d Wie is de vader van Marianne: Bas of Twan? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 De evolutietheorie

LEERDOEL

7 Je kunt de evolutietheorie beschrijven. ► Practicum 1

Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 1). Soorten kunnen ontstaan, veranderen en verdwijnen.

EVOLUTIE

De levensvormen op aarde zijn in de loop van de tijd ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, noem je **evolutie**.

De **evolutietheorie** is vooral ontwikkeld door Charles Darwin. Hij was een Engelse onderzoeker in de negentiende eeuw.

De uitgangspunten van de evolutietheorie zijn:

- een periode van miljoenen jaren
- variatie in genotypen
- natuurlijke selectie
- het ontstaan van nieuwe soorten

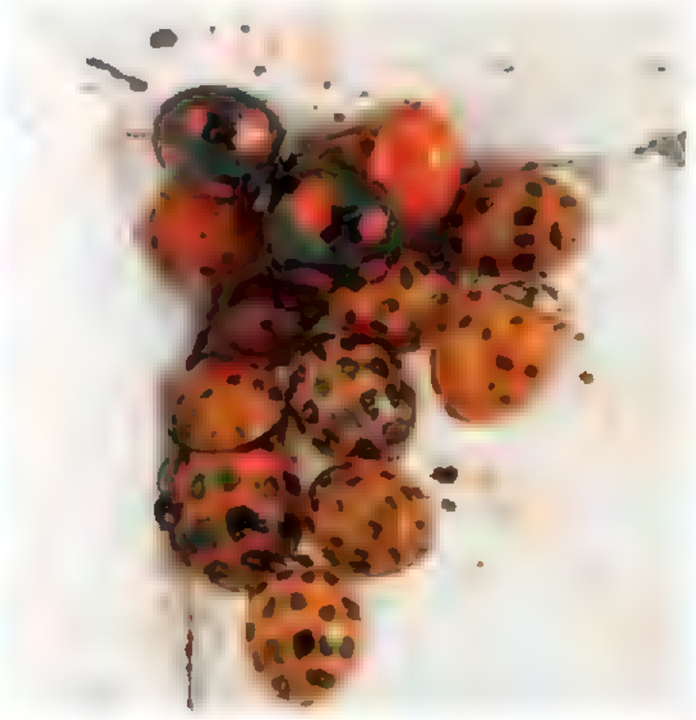
Afb. 1 Vormen van leven.

VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen. Ook door mutaties kan variatie in genotypen ontstaan. Als nieuwe genotypen ontstaan, kan dat leiden tot nieuwe fenotypen (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Variatie in fenotypen.

1 bij tomaten



2 bij lieveheersbeestjes

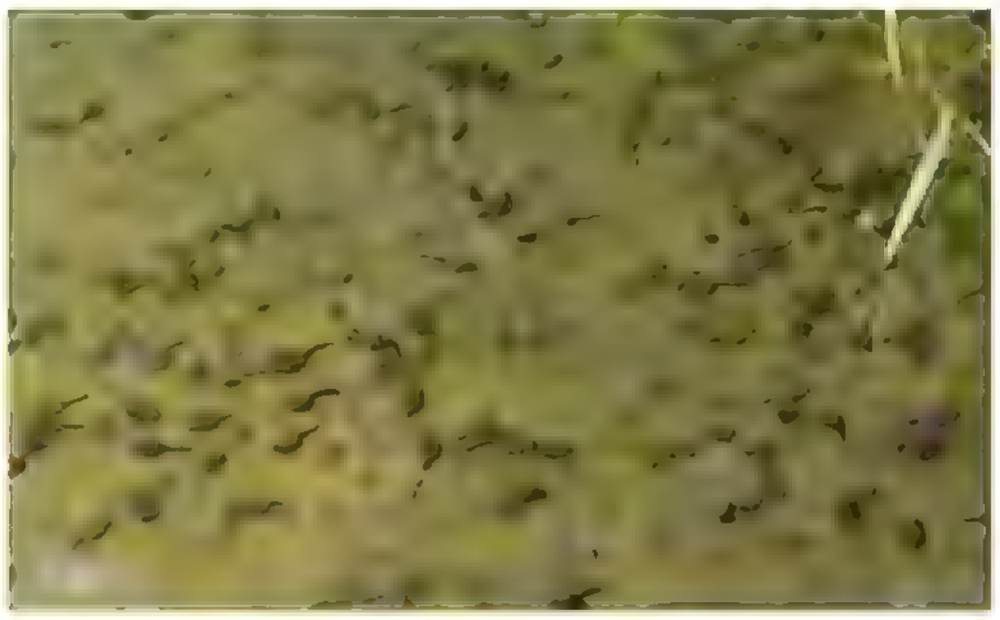
3 bij slakken

NATUURLIJKE SELECTIE

Sommige organismen krijgen veel nakomelingen. Een vrouwtjeskikker kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. Maar de vijver bevat niet genoeg voedsel voor zo veel kikkers. De kikkers kunnen dus niet allemaal in leven blijven. Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans.** Kikkers met een zwakke gezondheid of met een opvallende kleur worden opgegeten door roofdieren. Deze kikkers leven kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie** (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Natuurlijke selectie bij kikkervisjes.

1 Een groene reiger vangt en eet een kikkervisje.



2 Niet alle kikkervisjes kunnen in leven blijven; er zijn er te veel.

3 Een larve vangt en eet een kikkervisje.

AANPASSING AAN HET MILIEU

Een dier kan goed of minder goed zijn aangepast aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed aan zijn milieu is aangepast, heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen waarschijnlijk veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten. De eigenschappen die gunstig zijn om te overleven, worden doorgegeven aan de nakomelingen.
Een dier dat slecht aan het milieu is aangepast, krijgt waarschijnlijk weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen.

Door natuurlijke selectie kunnen soorten veranderen. Een voorbeeld is de giraffe met zijn lange nek (zie afbeelding 4). Een giraffe die een iets langere nek heeft dan andere giraffen, kan meer blaadjes van bomen eten. Hij heeft meer kans om te overleven en nakomelingen te krijgen, die ook weer een langere nek hebben. Zo kunnen er steeds meer giraffen komen met een langere nek, die blaadjes kunnen eten waar andere soorten niet bij kunnen. De soort verandert en is dan beter aangepast aan de omstandigheden.

Afb. 4 Een lange nek is een nuttige aanpassing voor een giraffe.

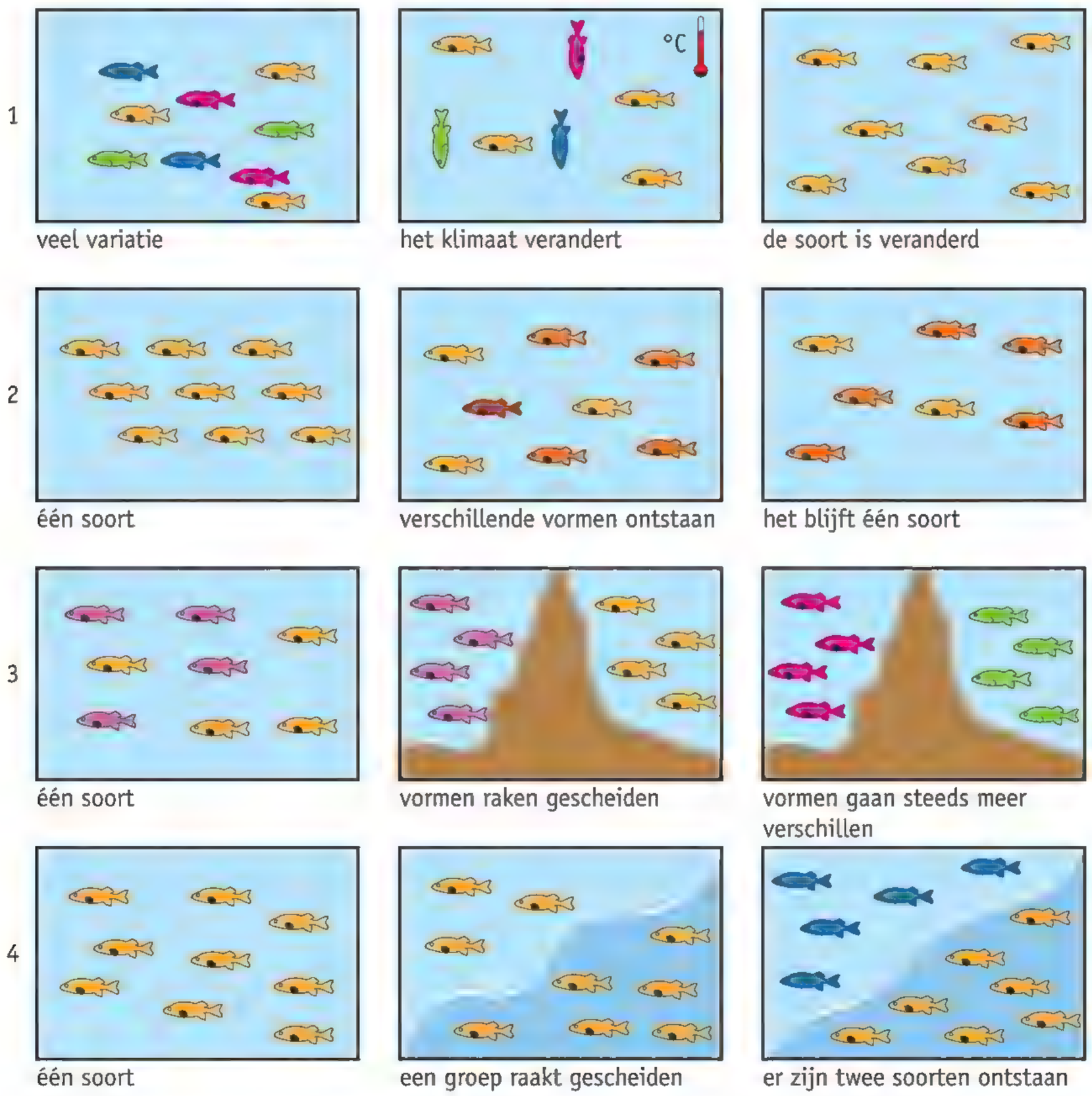
ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Het is belangrijk dat bij een soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De soort heeft dan een grote overlevingskans. Als de omstandigheden veranderen, is de kans groot dat er organismen zijn met de juiste eigenschappen voor die nieuwe omstandigheden.

Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. Het is dan gunstig als er verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De kans is dan groot dat enkele organismen goed zijn aangepast aan het nieuwe klimaat. Als deze organismen zich voortplanten, geven ze hun genen door aan hun nakomelingen (zie afbeelding 5.1). De organismen die niet goed zijn aangepast, kunnen verdwijnen. De soort is dan veranderd.

Door mutatie of geslachtelijke voortplanting kan binnen een soort een nieuwe vorm ontstaan (zie afbeelding 5.2). Beide vormen kunnen naast elkaar blijven bestaan. Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen. Alle honden behoren tot één soort, want ze kunnen zich onderling voortplanten.

Afb. 5 Hoe nieuwe soorten ontstaan.



Verschillende vormen van een soort kunnen gescheiden raken van elkaar, bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. Dit heet **isolatie.** De twee vormen kunnen dan steeds meer van elkaar gaan verschillen (zie afbeelding 5.3). Na lange tijd kunnen organismen van de twee vormen zich niet meer onderling voortplanten. De twee vormen zijn dan twee verschillende soorten geworden.

Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort gescheiden (geïsoleerd) raakt van de rest van de soort. In de loop van de tijd kan het milieu in de twee leefgebieden gaan verschillen. Elke groep organismen ontwikkelt aanpassingen aan het eigen milieu (zie afbeelding 5.4). Ook op deze manier kunnen door isolatie twee verschillende soorten ontstaan.

KENNIS

a Wat is evolutie?

.....

.....

b De evolutietheorie gaat uit van een periode van miljoenen jaren.
Wat zijn de andere drie uitgangspunten?

1 .....

2 .....

3 .....

c Hoe ontstaat variatie in genotypen?

- ☐ A door een grote overlevingskans
- ☐ B door geslachtelijke voortplanting
- ☐ C door mutatie
- ☐ D door natuurlijke selectie

d Hoe heet de man die de evolutietheorie vooral heeft ontwikkeld?

.....

Kies de juiste woorden.

- Welk organisme heeft de grootste overlevingskans?
  een *goed aangepast / sterk* organisme
- Welke vlieg heeft het meest gunstige genotype om te overleven?
  een vlieg die geboren is *met / zonder* vleugels
- Welke vis krijgt de meeste nakomelingen die zich voortplanten?
  een vis met een *opvallende kleur / schutkleur*
- Wanneer is een grassoort veranderd?
  als alleen de *nieuwe / oorspronkelijke* vorm blijft leven

Hier is het ontstaan van een nieuwe eekhoornsoort weergegeven in vier stappen.

a In welke volgorde ontstaat een nieuwe eekhoornsoort?

..... De loofboseekhoorns en de naaldboseekhoorns kunnen zich onderling niet meer voortplanten.

..... Deze groep eekhoorns komt terecht in een bos met naaldbomen (sparren en dennen).

..... Een eekhoornsoort leeft in een loofbos met eiken en beuken. Door een bosbrand raakt een groep eekhoorns gescheiden van de rest.

..... In het naaldbos is het donkerder en het voedsel is er anders. Door natuurlijke selectie verandert de bouw van de eekhoorns in het naaldbos heel langzaam.

b Waardoor raakten de eekhoorns van elkaar geïsoleerd?

.....

Samenvatting

- Evolutie is .....

  .....

- De evolutietheorie gaat uit van:
  - .....
  - .....
  - .....
  - .....
- Natuurlijke selectie: .....

  .....

  .....
- Soorten kunnen veranderen door .....

  Nieuwe soorten kunnen ontstaan door .....
- Het ontstaan van een nieuwe soort door isolatie gebeurt in drie stappen:
  - .....

    .....
  - .....

    .....

    .....
  - .....

INZICHT

5

a Konijnen planten zich geslachtelijk voort.

1 Bij de nakomelingen van konijnen ontstaan *veel / weinig* verschillende genotypen.
Een ziekteverwekker ontstaat en veroorzaakt de konijnenziekte myxomatose.

2 Het milieu van de konijnen is *wel / niet* veranderd door de konijnenziekte.

3 De overlevingskans van de konijnensoort is groter als bij de konijnensoort *veel / weinig* verschillende genotypen voorkomen.
Enkele konijnen overleven de ziekte.

4 Dit is een voorbeeld van *geslachtelijke voortplanting / natuurlijke selectie*.

b Welk genotype van de konijnen is het best aangepast aan het milieu tijdens de konijnenziekte?

.....

6 Lees de tekst 'Huidtype en zonnestraling' in afbeelding 6.

a Dicht bij de evenaar heeft het genotype donkere huid en zwart haar een grotere overlevingskans dan het genotype lichte huid en blond haar. Leg dat uit.

.....

.....

.....

.....

b De meeste mensen met een lichte huid leven verder weg van de evenaar. Daar is het kouder en draagt men meer kleren tegen de kou.
Leg uit dat in een koud milieu de overlevingskans met een lichte huid groter kan zijn.

.....

.....

.....

.....

.....

c Nederlanders met een donkere huidskleur moeten zorgen dat zij voldoende vitamine D binnenkrijgen, bijvoorbeeld door vitamine-D-pillen te slikken. Leg dat uit.

.....

.....

.....

.....

.....

Afb. 6

Huidtype en zonnestraling

Mensen met een donker huidtype zijn goed beschermd tegen zonnestraling. Hoe donkerder de huid is, hoe minder de zonnestraling in de huid doordringt. Dat is gunstig, want sterke zonnestraling kan huidkanker veroorzaken. In landen met veel zonnestraling zijn mensen met een donkere huid hier goed tegen beschermd. Zwart haar biedt bescherming tegen te veel zonneschijn op de hoofdhuid.

Alleen door zonlicht dat in de huid doordringt, kan een mens zelf vitamine D maken. Vitamine D is nodig voor een goede gezondheid. Een lichte huid kan dus ook voordelig zijn als er weinig zonlicht is.

7 Lees de tekst 'Wolfshond' in afbeelding 7.
De hond is ooit ontstaan uit de wolf. Er zijn honderden hondenrassen. In afbeelding 8 zie je enkele hondenrassen. Door kruising van honden met bepaalde eigenschappen hebben hondenfokkers honderden verschillende hondenrassen gefokt.

a Zijn de hondenrassen ontstaan door natuurlijke selectie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

b Geef een reden waardoor wolven en honden tot dezelfde soort behoren.

.....

.....

c Geef een reden waardoor honden en wolven tot verschillende soorten behoren.

.....

.....

Afb. 7

Wolfshond

Enkele honden zoals herdershonden paren weleens met een wolf. De nakomelingen worden wolfshonden genoemd. Met deze honden werd verder gekruist en zo zijn verschillende wolfshondrassen ontstaan. Niet elke hond kan met een wolf paren. Honden van sommige hondenrassen zijn gewoon te klein om te paren met een wolf. Kleine hondjes wegen ongeveer drie kilo. Een beetje wolf weegt al gauw vijftig tot zestig kilo.

Afb. 8 Hondenrassen.

Darwin ontdekte op de Galapagoseilanden voor de westkust van Zuid-Amerika dertien vinkensoorten. De vinken lijken sterk op elkaar, maar de bouw van de snavel is verschillend (zie afbeelding 9). Darwin veronderstelde dat deze vinken uit één soort voorouders waren ontstaan.

a De vorm van de snavel is een aanpassing. Waaraan?

.....

b De soortvorming van de vinken is hier weergegeven in vijf stappen.
In welke volgorde ontstaan de nieuwe vinkensoorten?

..... De bouw van de snavels past zich langzaam aan het beschikbare voedsel op de verschillende eilandjes aan.

..... De vinken op verschillende eilandjes kunnen zich niet meer onderling voortplanten, ook al ontmoeten zij elkaar.

..... Een kleine groep vinken is miljoenen jaren geleden van het vasteland van Zuid-Amerika op de verschillende eilanden terechtgekomen.

..... Er zijn verschillende vinkensoorten ontstaan.

..... Het voedselaanbod op de eilanden verschilt.

c Leg uit dat vooral op eilanden in oceanen en zeeën nieuwe soorten kunnen ontstaan die alleen op dat eiland voorkomen.

.....

.....

.....

.....

Afb. 9 Vinkensnavels.

Lees de tekst 'Halfapen van Madagaskar' in afbeelding 10.

a Waardoor konden veel nieuwe soorten halfapen ontstaan op Madagaskar?

.....

.....

.....

b De verschillende soorten wezelmaki's zijn van elkaar geïsoleerd in 'boseilanden'.
Door isolatie konden wel twintig soorten wezelmaki's ontstaan.
Bekijk de kaart van Madagaskar in afbeelding 11.
Op welke drie manieren zijn de verschillende soorten wezelmaki's van elkaar geïsoleerd?

1 .....

2 .....

3 .....

c Leg met de wezelmaki's uit dat nieuwe soorten ontstaan door isolatie.

.....

.....

.....

.....

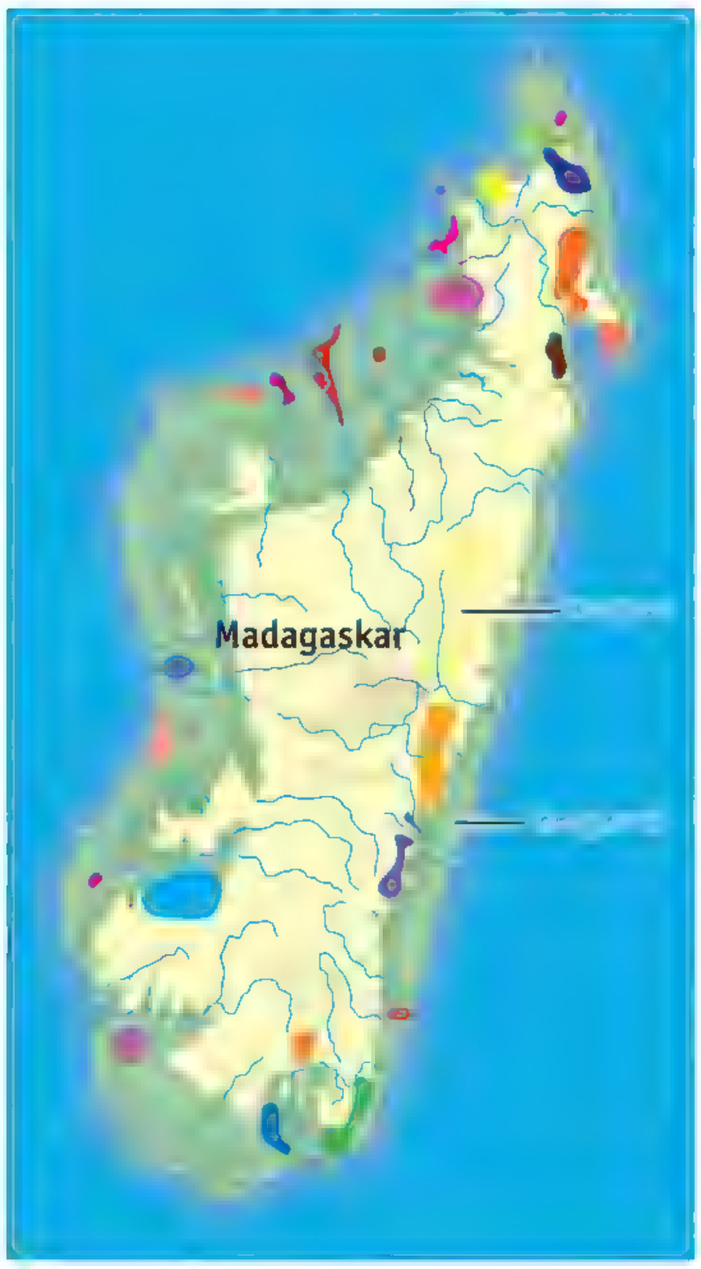
.....

Afb. 10

Halfapen van Madagaskar

Madagaskar is een eiland ten oosten van Afrika. Lang geleden was Madagaskar verbonden met Afrika. In dit gebied leefde een groep halfapen. Doordat Madagaskar miljoenen jaren geleden losraakte van het vasteland, werden de halfapen op Madagaskar gescheiden van de halfapen in Afrika. Er ontstonden veel nieuwe soorten halfapen op Madagaskar.
Een voorbeeld hiervan is de groep wezelmaki's (zie de foto). Wezelmaki's zijn nachtdieren die in bomen in het laagland leven en van boom naar boom springen. Ze komen zelden op de grond. Door de vele rivieren tussen de bossen van Madagaskar ontstonden als het ware 'boseilanden' voor de wezelmaki's. Nu leven er ongeveer twintig soorten wezelmaki's op Madagaskar.

Afb. 11 Verspreiding van de twintig soorten wezelmaki's op Madagaskar. Elke soort is met een andere kleur aangegeven.



SAMENHANG beroep

VERPLEEGKUNDIGE

Sem werkt als verpleegkundige in een ziekenhuis. Sem vertelt: 'Ik probeer erachter te komen welke zorg een patiënt nodig heeft en stel een zorgplan op. Bijvoorbeeld door dagelijks iemands wonden, bloeddruk of glucosegehalte van het bloed te controleren. Soms moeten we het zorgplan aanpassen zoals laatst door een besmetting met een gevaarlijke MRSA-bacterie. In het zorgplan staat dan hoe je besmetting moet voorkomen. De meeste bacteriën kun je bestrijden met antibiotica. Sinds 1940 worden al antibiotica gebruikt. Maar MRSA-bacteriën zijn ongevoelig geworden voor antibiotica. MRSA-bacteriën bezitten een speciaal gen waardoor ze het antibioticum kunnen afbreken. Daardoor zijn MRSA-bacteriën moeilijk te bestrijden. Vooral in een ziekenhuis is dat gevaarlijk. Zieke mensen hebben meestal minder weerstand en worden eerder ziek door deze bacterie. We hebben er dus alles aan gedaan om de besmetting te stoppen.'

Afb. 12 Sem aan het werk.

10 Lees de tekst 'Verpleegkundige'.

a Welke aanpassing heeft het genotype van de MRSA-bacterie aan het milieu in het ziekenhuis?

b Is door natuurlijke selectie het aantal MRSA-bacteriën sinds 1940 toegenomen of afgenomen? Leg je antwoord uit.

c Hoe is het speciale gen van de MRSA-bacterie ontstaan?

d Bacteriën planten zich niet geslachtelijk voort, maar door deling van de bacteriecel. Bij bacteriën ontstaan regelmatig mutaties. Door celdeling geven ze deze mutaties door aan hun nakomelingen.
Chimpansees planten wel zich geslachtelijk voort en krijgen ongeveer elke vijf jaar één jong.
Bij wie zal het aantal mutaties in het DNA na tien jaar het grootst zijn: bij nakomelingen van een bacterie of bij nakomelingen van een chimpansee?

e De evolutietheorie gaat uit van miljoenen jaren, natuurlijke selectie en variatie in genotypen door geslachtelijke voortplanting. Toch heeft de MRSA-bacterie zich in vijftig jaar aangepast aan de antibiotica in het milieu van het ziekenhuis.
Leg uit hoe de bacterie zich zo snel kon aanpassen.

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Geschiedenis van het leven op aarde

LEERDOELEN

8 Je kunt beschrijven hoe fossielen zijn ontstaan.
9 Je kunt benoemen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

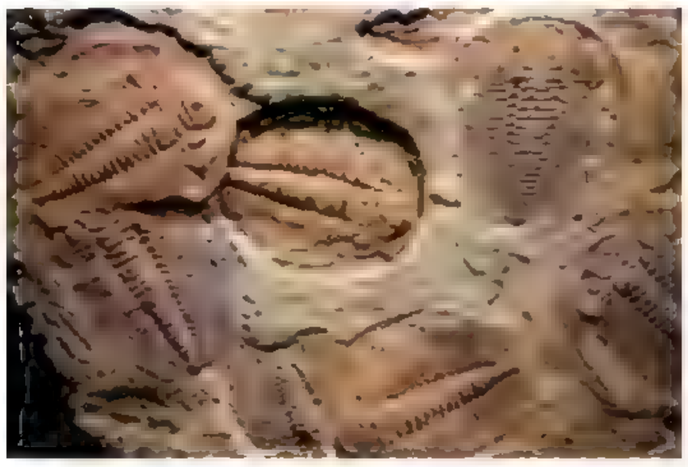
- Leren onderzoeken 1
- Practicum 2

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Tussen verschillende soorten bestaan veel overeenkomsten, zoals overeenkomsten in DNA en fenotype.

FOSSIELEN

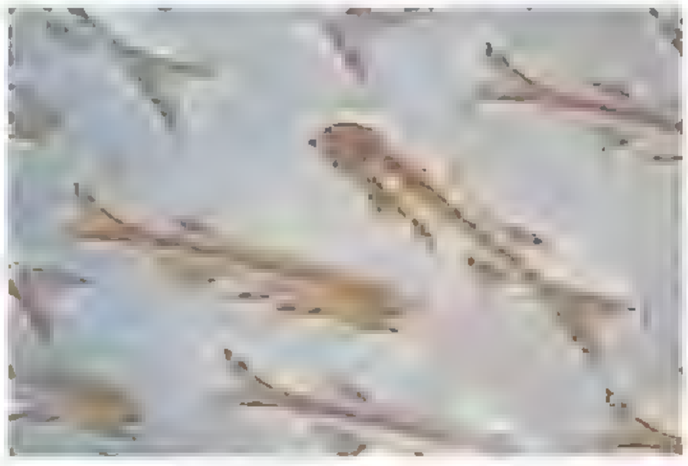
Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 1). Fossielen ontstaan als de resten van organismen worden bedekt door lagen van zand- of kleideeltjes (zie afbeelding 2). Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. De zand- en kleideeltjes verstenen en het fossiel blijft bewaard. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen fossiliseren. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van bijvoorbeeld wormen.

Afb. 1 Fossielen (mjg = miljoen jaar geleden).



1 Trilobieten: geleedpotigen die in zee leefden (500 mjg)

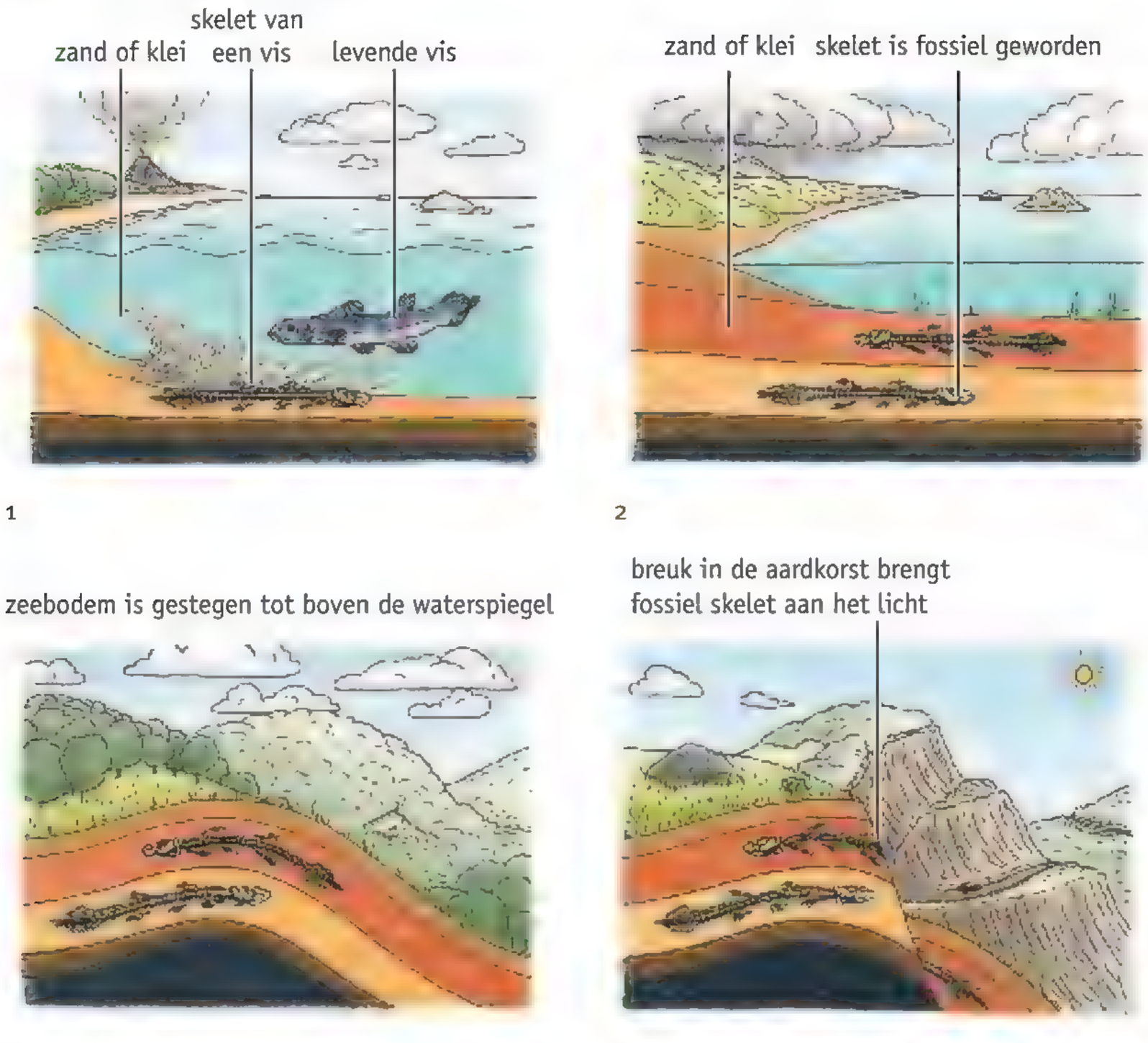
2 Archaeopteryx of Oervogel: een vliegende sauriër (150 mjg)



3 Lycoptera: een vis die leefde in het gebied dat nu China is (150–75 mjg)

Nieuwe lagen komen boven op oudere lagen. Meestal liggen de jongste gesteentelagen het dichtst aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst. Van sommige soorten komen de fossielen slechts in één gesteentelaag voor, terwijl ze niet voorkomen in oudere en jongere gesteentelagen. Deze soorten organismen hebben alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Fossielen laten soms zien dat soorten veranderen.

Afb. 2 Zo ontstaan fossielen.



TIJDPERKEN

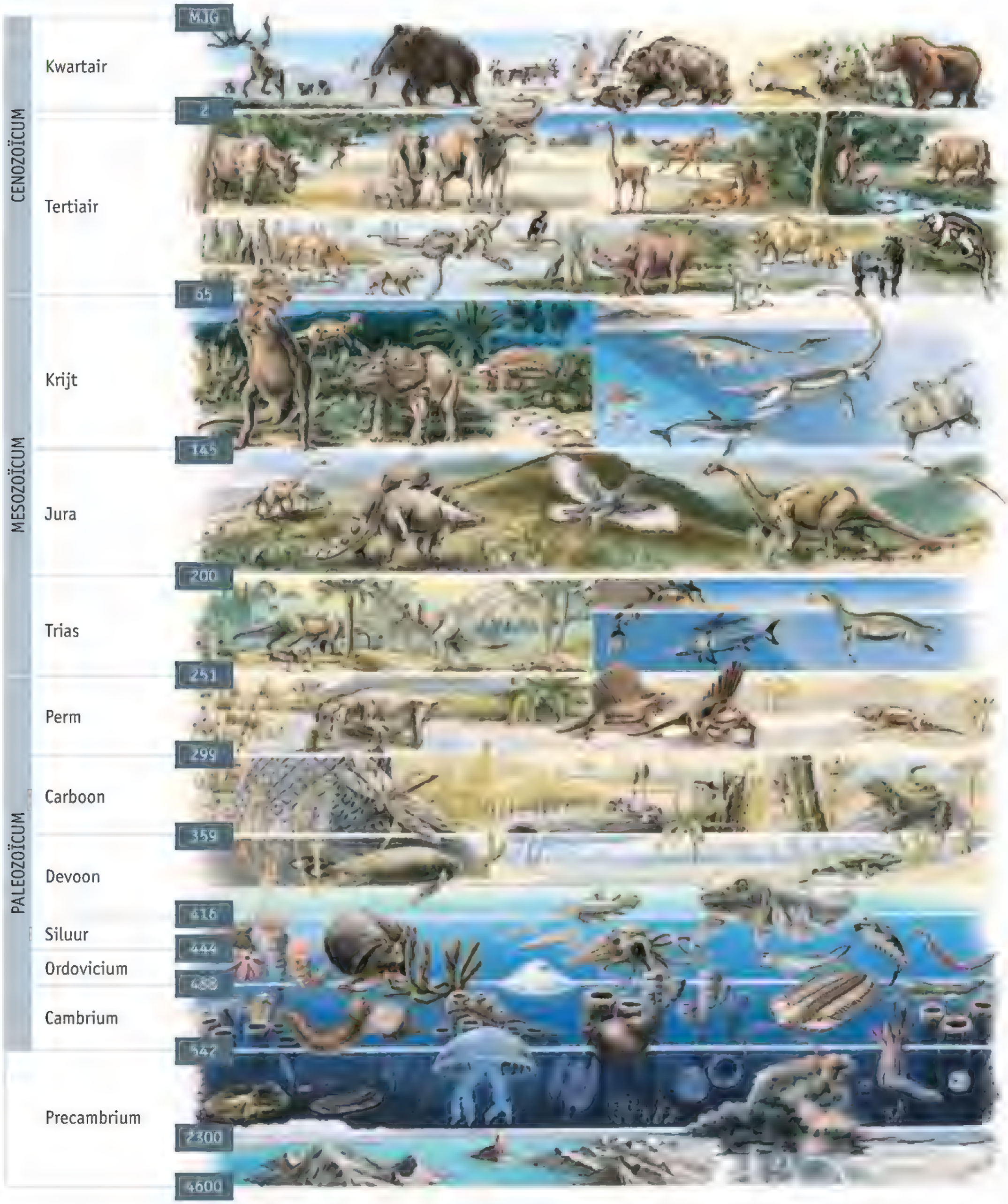
De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in tijdperken, die verder worden onderverdeeld in perioden. In afbeelding 3 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin zie je hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde en welke levensvormen in die periode bestonden. De oudste levensvormen op aarde staan onderaan.

De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er geen leven mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog.

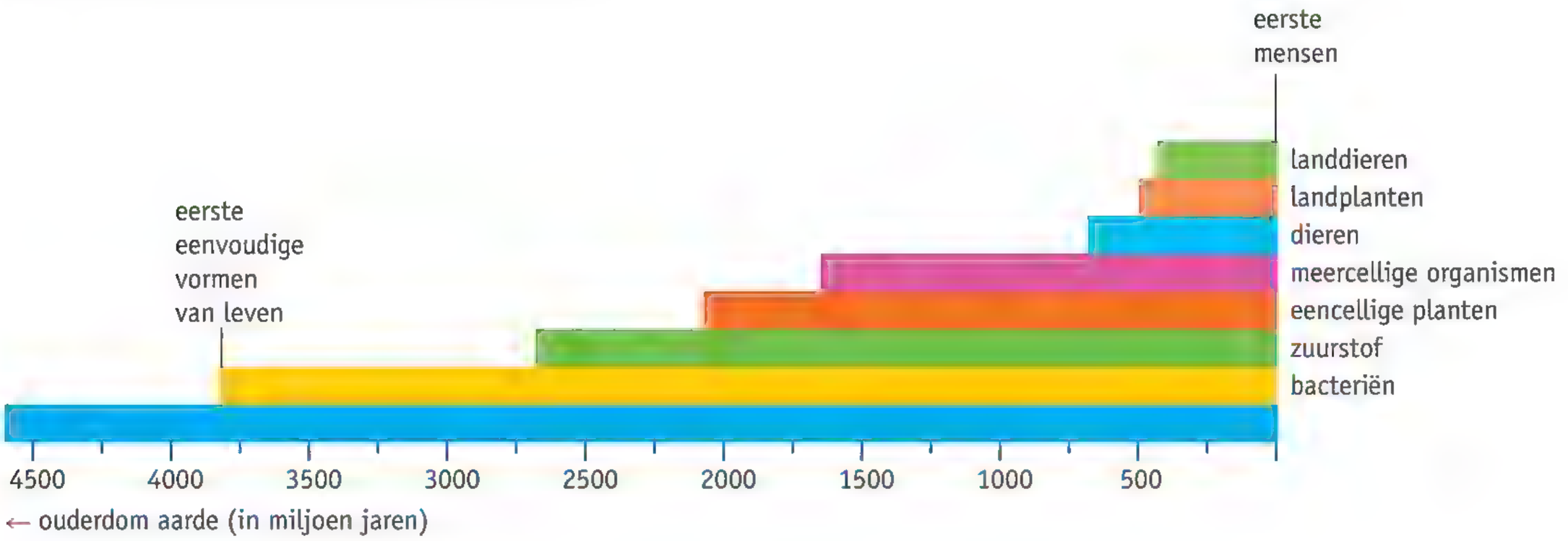
Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de eerste eenvoudige levensvormen. Deze leefden in het water. De lucht bevatte toen nog geen zuurstof. Uit deze eenvoudige levensvormen ontstonden de eerste bacteriën. Een deel van deze bacteriën kon zuurstof produceren.

Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere eencellige organismen die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht. Ongeveer 1600 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich de eerste meercellige organismen. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën. Op het land kwamen alleen bacteriën voor. In afbeelding 4 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven.

Afb. 3 Geologische tijdschaal (mjg = miljoen jaar geleden).



Afb. 4 Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



DIEREN OP HET LAND

Ongeveer 450 miljoen jaar geleden ontstonden er landdieren. De eerste landdieren waren geleedpotigen, zoals duizendpoten. Hierna kwamen er ook gewervelden, amfibieën en reptielen. Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten sauriërs (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme dinosauriërs. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs (zie afbeelding 5). Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste zoogdieren en vogels.

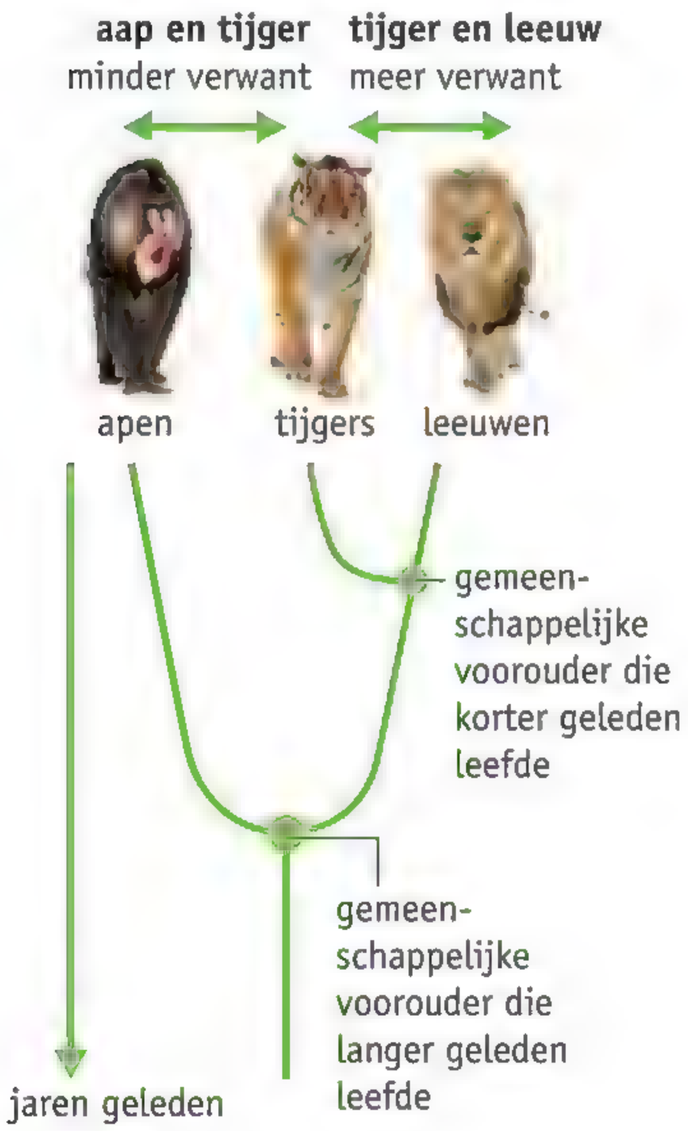
Afb. 5 Uitgestorven dieren.

De sauriërs stierven 65 miljoen jaar geleden in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was waarschijnlijk een klimaatverandering. Een rotsblok van ongeveer tien kilometer doorsnede sloeg vanuit de ruimte in op de aarde. Dit gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Ook waren er rond deze tijd enorme vulkaanuitbarstingen in Azië. Vermoedelijk hebben alle stofwolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de hele aarde vrijwel donker werd en ook heel koud. De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Ongeveer 3 miljoen jaar geleden ontstonden de eerste mensachtigen. Alle mensen die nu leven, stammen af van een voorouder die 300 000 jaar geleden leefde in Afrika.

VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Hoe meer het DNA van soorten overeenkomt, hoe meer deze soorten aan elkaar verwant zijn. Dit zie je in afbeelding 6. Hoe minder het DNA van soorten overeenkomt, hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder leefde.

Afb. 6 Verwantschap.



KENNIS

a Welke twee soorten fossielen zijn er?

1 .....

2 .....

b Fossielen ontstaan vooral uit *harde* / *zachte* delen van organismen.

c Het dichtst aan de oppervlakte liggen meestal de *jongste* / *oudste* gesteentelagen.

d Waarom moet een dood organisme snel worden bedekt om een fossiel te worden?

.....

.....

Kijk naar de stamboom van apen en de mens in afbeelding 7.

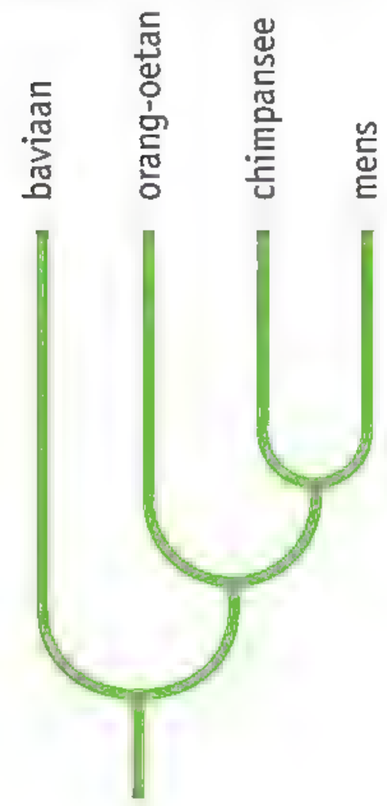
a Welke gemeenschappelijke voorouder leefde het kortst geleden?
de voorouder van de baviaan en de mens / de voorouder van de chimpansee en de mens

b Welke aap is het meest verwant aan de mens en welke het minst?
- meest verwant aan de mens: *baviaan / chimpansee / orang-oetan*
- minst verwant aan de mens: *baviaan / chimpansee / orang-oetan*

c Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe *korter / langer* geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.

d Van welke aap komt het DNA het meest overeen met dat van de mens?
baviaan / orang-oetan

Afb. 7 Stamboom van apen en de mens.



Samenvatting

Fossielen

- Fossielen zijn .....
- Uit harde delen .....
- Uit fossielen blijkt .....

Verwantschap

- Soorten zijn verwant als .....
- Wanneer soorten leefden, kun je vinden in een .....
- Hoe korter de gemeenschappelijke voorouder leefde, ...
- Hoe meer het DNA .....

  en hoe korter geleden .....

INZICHT

Van een reptielensoort zijn veel fossielen gevonden in gesteente uit de periode Perm.
Van een vissensoort zijn veel fossielen gevonden in gesteente uit de perioden Tertiair en Kwartair.

a Welke van deze twee soorten is zeer waarschijnlijk uitgestorven?
- ○ A allebei de soorten
- ○ B alleen de reptielensoort
- ○ C alleen de vissensoort
- ○ D geen van beide soorten

b Waarvan ontstaat eerder een fossiel: van een ei van een kikker of van een vogelei?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

c Lees de tekst 'Vulkaanuitbarsting Pompeï' in afbeelding 8.
Leg uit hoe het komt dat bij een grote vulkaanuitbarsting vaak fossielen ontstaan.

.....

.....

.....

Afb. 8

Vulkaanuitbarsting Pompeï

In het jaar 79 vond een grote vulkaanuitbarsting plaats bij het stadje Pompeï in Italië. Door uitbarsting van de vulkaan Vesuvius stroomde hete lava, veel as en puin naar de omgeving van de vulkaan. Inwoners van Pompeï werden verrast door de uitbarsting en razendsnel bedolven onder de as en puin en later de hete lava. Zodra de hete lava afkoelt, versteent de lava. Op de foto zie je fossielen van inwoners van Pompeï.

5 In afbeelding 9 zie je een tijdbalk en zes diergroepen.
Welke diergroep hoort bij welke tijd op de tijdbalk?

A	700 miljoen jaar geleden	○	○ 1 eerste amfibieën
B	500 miljoen jaar geleden	○	○ 2 eerste dieren
C	350 miljoen jaar geleden	○	○ 3 eerste mensachtigen
D	251–65 miljoen jaar geleden	○	○ 4 bloeitijd vogels en zoogdieren
E	65 miljoen jaar geleden tot nu	○	○ 5 eerste vissen
F	3 miljoen jaar geleden	○	○ 6 bloeitijd reptielen

Afb. 9 Tijdbalk en groepen organismen.

Gifslangen hebben giftanden in hun bek (zie afbeelding 10.1). Gifslangen zijn in de loop van de evolutie ontstaan uit slangen zonder giftanden. In afbeelding 10.2 is een deel van een stamboom van slangen weergegeven. De nummers geven slangensoorten weer.

- Welke soort is in de loop van de evolutie het eerst ontstaan?
  soort *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7*
- Met welke soort vertoont soort 2 de meeste verwantschap?
  met soort *1 / 3*
- Uit welke twee soorten is soort 3 ontstaan?
  uit soort *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7*
- Bij welke soorten hebben de slangen giftanden?
  bij soort *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7*
- Welke soort is uitgestorven?
  soort *3 / 4*

Afb. 10

1 slang met giftanden

2 stamboom van slangen

Bekijk afbeelding 11.

a Het DNA van de gorilla komt het meest overeen met het DNA van de *chimpansee / orang-oetan*.

b Is de mens ontstaan uit chimpansees?

.....

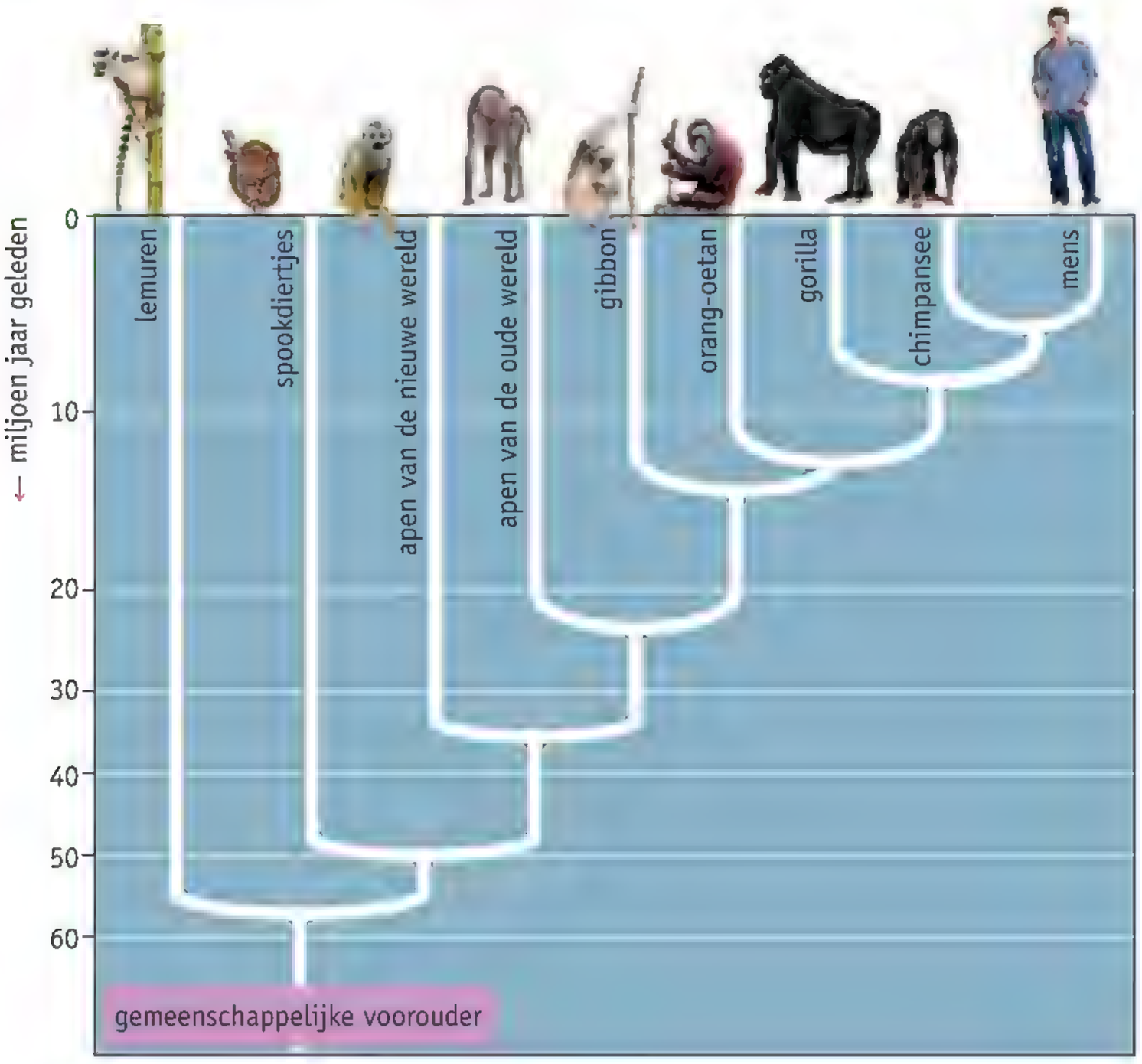
.....

.....

.....

c Uit een DNA-test zal blijken dat het DNA van de spookdiertjes het meest lijkt op het DNA van de *lemuren / mens*.

Afb. 11 Stamboom van apen en de mens.



3 Leg uit dat Saïda meer verwant is met haar broer dan met haar nicht. Gebruik in je uitleg de woorden *gemeenschappelijke voorouders*.

.....

.....

.....

.....

4 Waar leefden de sauriërs van afbeelding 12?

A	sauriër 1	○	○ 1 in de lucht
B	sauriër 2	○	○ 2 in het water
C	sauriër 3	○	○ 3 op het land
D	sauriër 4	○	

Afb. 12 Sauriërs.

1 2 3 4

+ 10 100 000 jaar geleden ontstonden uit een gemeenschappelijke voorouder twee muizensoorten. Ook ontstonden in die tijd twee olifantensoorten uit een gemeenschappelijke voorouder. De twee muizensoorten en de twee olifantensoorten leven nu nog steeds.

a Hoeveel tijd zit er tussen de gemeenschappelijke voorouder en de twee muizen- en olifantensoorten die nu leven?

.....

b Leg uit dat het DNA van de twee muizensoorten meer van elkaar zal verschillen dan het DNA van de twee olifantensoorten.

.....

.....

.....

.....

.....

SAMENHANG leefwereld

FOSSIELEN ZOEKEN IN NEDERLAND

Fossielen zoeken in Nederland? Dat kan zeker, je moet alleen wel weten waar je moet zoeken. Op het strand in Zeeland vind je bijvoorbeeld fossiele schelpen en versteende haaientanden. In kalksteengroeven in de Achterhoek of Zuid-Limburg is het zelfs mogelijk resten van zee-sauriërs te vinden. Nederland lag in het Mesozoïcum onder de zeespiegel. Er was toen een tropische oceaan die later een zout meer werd. Winterswijk lag aan de rand van dit meer. Daar zijn resten van de nothosaurus gevonden. In Maastricht zijn fossielen gevonden van de mosasaurus (zie afbeelding 13). De mosasaurus zwom in de Maas en kon achttien meter lang worden.

Afb. 13 Mosasaurus of maashagedis.

11 Lees de tekst 'Fossielen zoeken in Nederland'.

a Van welk orgaanstelsel worden de meeste fossielen gevonden?

.....

b Uit de tropische oceaan op de plek waar nu Nederland ligt, vormde zich een zout meer dat miljoenen jaren bestond.
Waardoor ontstonden in dit zoute meer nieuwe soorten die niet voorkwamen in de tropische oceaan?

.....

.....

.....

.....

.....

c De nothosaurus, de mosasaurus en de slangen zijn allemaal reptielen die aan elkaar verwant zijn. De nothosaurus leefde alleen in het Trias. De mosasaurus leefde alleen in het Krijt. Slangen leven nu nog steeds. Fossielen van slangen zijn gevonden in aardlagen vanaf het Krijt en in jongere aardlagen.

- Teken een tijdbalk met daarnaast een stamboom.
- Geef in de tijdbalk aan: *Jura – Krijt – Trias – nu*. Zet de oudste tijd onderaan.
- Geef in de stamboom aan: *mosasaurus – nothosaurus – slang – gemeenschappelijke voorouder die korter geleden leefde – gemeenschappelijke voorouder die langer geleden leefde*.

Kijk nog eens naar afbeelding 6 als je niet goed weet hoe je het moet tekenen.

d Kijk naar de tijdbalk en de stamboom die je hebt getekend.
Welk dier is het meest verwant aan de mosasaurus? *nothosaurus / slang*

e De mosasaurus ontstond aan het begin van het Krijt en stierf uit aan het einde van het Krijt.
Hoe weten wetenschappers dat de soort *Mosasaurus* is uitgestorven? Leg dat uit met het woord ‘aardlagen’.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

IK ZIE, IK ZIE WAT JIJ NIET ZIET

De meeste mensen kunnen wel een miljoen verschillende kleuren zien. Maar dat geldt niet voor mensen die kleurenblind zijn.

Het woord 'kleurenblind' is een beetje misleidend. De meeste mensen die kleurenblind zijn, zien namelijk wel kleuren, alleen minder goed. Er zijn wel mensen die écht blind zijn voor kleuren, maar dat is een heel zeldzame afwijking.

GROEN LICHT

In je ogen zitten zintuigcellen die gevoelig zijn voor verschillende kleuren licht. Er zijn zintuigcellen die gevoelig zijn voor blauw licht, voor groen licht en voor rood licht. Bij de meeste mensen die kleurenblind zijn, werken de zintuigcellen die gevoelig zijn voor groen licht niet goed. Die vorm van kleurenblindheid komt best vaak voor: ongeveer 1 op de 20 jongens heeft het. De kans is dus groot dat je iemand kent die kleurenblind is (of misschien ben je het zelf wel). Meisjes zijn veel minder vaak kleurenblind, maar ze kunnen het wel zijn: van de meisjes is 1 op de 250 kleurenblind.

Wanneer de zintuigcellen voor groen licht niet goed werken, kun je rood en groen niet goed waarnemen. Verschillende tinten blauw zie je dan goed, maar je hebt moeite met sommige 'mengkleuren'. Zo zie je weinig verschil tussen blauw (waar geen groen in zit) en paars (een mengkleur van blauw en groen licht). In afbeelding 1 zie je hoe iemand met deze vorm van kleurenblindheid een doos kleurpotloden ziet.

Afb. 1 Kleurpotloden.

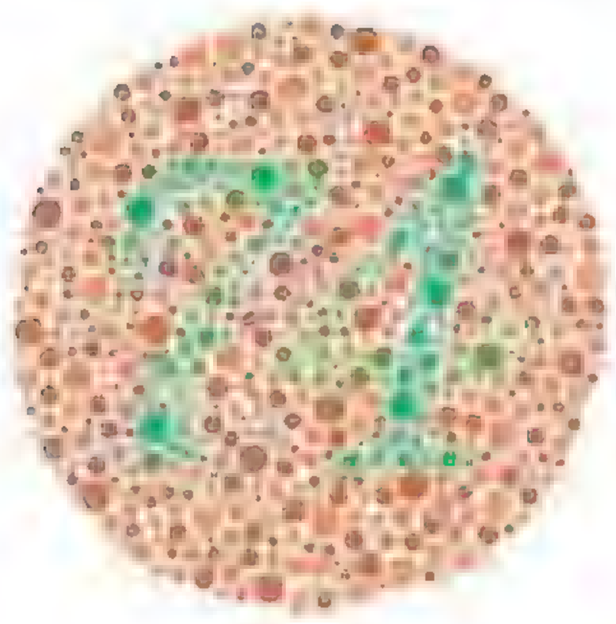
1 waargenomen door iemand zonder kleurenblindheid

2 waargenomen door iemand met kleurenblindheid

TEST

Om erachter te komen of je kleurenblind bent, zijn er speciale tests ontwikkeld. Je krijgt dan vaak een afbeelding te zien met allemaal gekleurde cirkeltjes. Ben je kleurenblind, dan zie je in zo'n afbeelding een ander getal dan iemand die niet kleurenblind is. In afbeelding 2 zie je een voorbeeld van zo'n test.

Afb. 2 Test voor kleurenblindheid.



OPDRACHTEN

a In welk deel van het oog bevinden zich lichtgevoelige cellen?
de lens / het glasachtig lichaam / het harde oogvlies / het hoornvlies / het netvlies / het vaatvlies

b In welk deel van het oog bevinden zich de genen met informatie voor kleurenblindheid?

.....

.....

c Afbeelding 2 is een test voor kleurenblindheid voor groen licht. Werken je zintuigcellen voor groen licht niet goed, dan zie je hier het getal 21. Je bent dan kleurenblind. Zie je het getal 74, dan ben je niet kleurenblind.
Welk getal zie jij in de afbeelding? *21 / 74*

d De baas van Facebook, Mark Zuckerberg, is kleurenblind. Hij heeft de kleuren van Facebook zo gekozen dat hij alle verschillende tinten goed kan zien (zie afbeelding 3).
Waarom bevat de website van Facebook vooral blauwtinten?

Afb. 3 Facebook.

.....

.....

.....

.....

e Heb jij voor de eigenschap 'kleuren zien' hetzelfde fenotype als Mark Zuckerberg? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

Het gen met de informatie voor kleuren zien ligt op een geslachtschromosoom.

a
- Welke geslachtschromosomen heeft een meisje? *XX / XY / YY*
- Welke geslachtschromosomen heeft een jongen? *XX / XY / YY*

b Wie zijn vaker kleurenblind? *jongens / meisjes*

c Van het gen voor kleuren zien bestaan twee vormen:

1 normaal: informatie voor kleuren zien

2 mutatie: informatie voor kleurenblindheid

Als je minstens één normaal gen hebt, ben je niet kleurenblind. Heb je alleen gen 2, dan ben je wel kleurenblind.

Ligt dit gen op het X-chromosoom of op het Y-chromosoom? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

d Waarom zijn jongens vaker kleurenblind dan meisjes?

.....

.....

.....

e Stel: een jongen bij jou in de klas is kleurenblind.
Weet je nu of zijn vader of moeder ook kleurenblind is? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

f Een kleurenblinde vrouw krijgt een zoon.
Is haar zoon kleurenblind? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

In Zuid- en Centraal-Amerika leven meer dan honderddertig apensoorten. Deze apen worden de apen van de nieuwe wereld genoemd (zie afbeelding 4). Deze apensoorten hebben een bijzondere overeenkomst: veel van de vrouwtjes en alle mannetjes zijn kleurenblind. Je zou misschien verwachten dat het nadelig is om kleurenblind te zijn. Maar uit onderzoek blijkt dat kleurenblinde aapjes juist beter in staat zijn om insecten met een schutkleur te vinden.

a Wat is een schutkleur?

.....

.....

b Waardoor hebben kleurenblinde aapjes die insecten eten een grotere overlevingskans?

.....

.....

.....

.....

c Hoelang geleden leefde de gemeenschappelijke voorouder van de apen van de nieuwe wereld volgens afbeelding 4? .....

d Was de gemeenschappelijke voorouder van de apen van de nieuwe wereld kleurenblind? Leg je antwoord uit.

.....

.....

e Kleurenblinde apen zijn beter in het waarnemen van insecten met een schutkleur. Hoe zou dat komen, denk je?

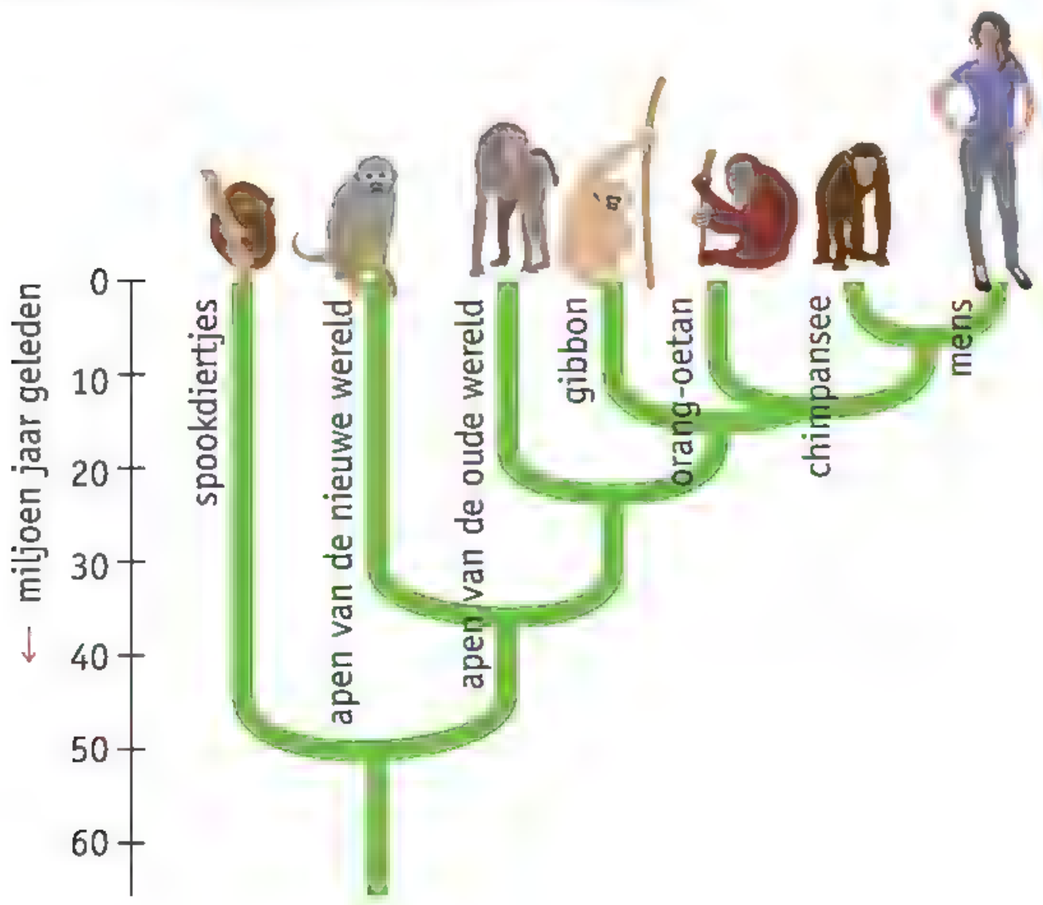
.....

.....

.....

.....

Afb. 4 Stamboom van apen en de mens.



Veel mensen zijn kleurenblind als gevolg van een erfelijke eigenschap. Soms wordt iemand pas later in zijn leven kleurenblind. Dat kan gebeuren als bijwerking van bepaalde zware medicijnen. De zintuigcellen in de ogen worden dan aangetast.

a Als iemand kleurenblind is sinds zijn geboorte, waar hoort de kleurenblindheid dan bij?

- ○ A alleen bij het fenotype
- ○ B alleen bij het genotype
- ○ C bij het fenotype en bij het genotype
- ○ D niet bij het fenotype en ook niet bij het genotype

b Als iemand kleurenblind wordt als gevolg van zware medicijnen, waar hoort de kleurenblindheid dan bij?

- ○ A alleen bij het fenotype
- ○ B alleen bij het genotype
- ○ C bij het fenotype en bij het genotype
- ○ D niet bij het fenotype en ook niet bij het genotype

c Stel dat een vrouw kleurenblind wordt als gevolg van medicijnen.
Kan zij de kleurenblindheid nu doorgeven aan haar kinderen? Leg je antwoord uit.
Gebruik daarbij het woord ‘genotype’.

.....

.....

.....

.....

6 Genen en eiwitten

LEERDOEL

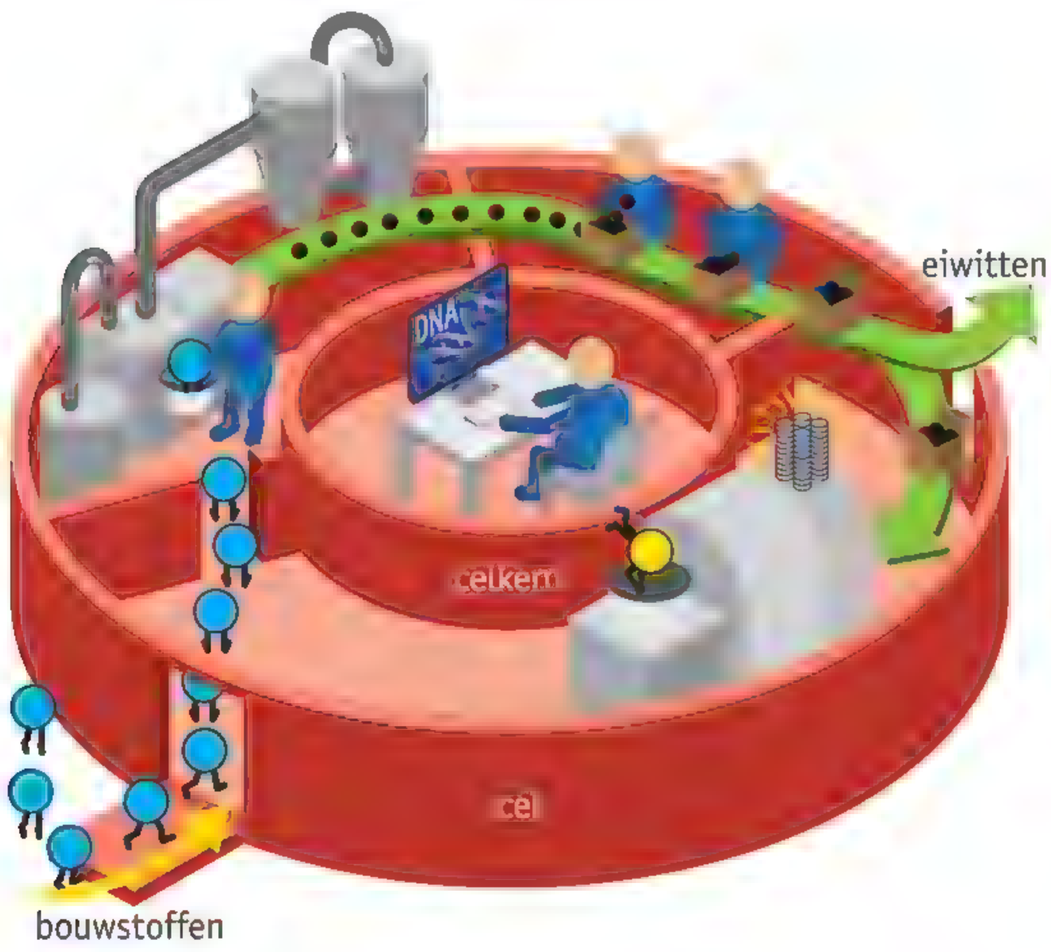
10 Je kunt uitleggen dat cellen alleen de informatie gebruiken die ze nodig hebben.

Je DNA bevat informatie voor hoe je eruitziet en voor het functioneren van je organen en cellen. Voor elke eigenschap en elk proces zijn een of meer genen nodig.

EIWITTEN

Genen bevatten de informatie voor het maken van **eiwitten.** Een spiercel bijvoorbeeld maakt een spiereiwit. Om een spiereiwit te maken, heeft een cel informatie nodig. Die informatie is opgeslagen in een gen. Het gen geeft aan de cel informatie voor het maken van een spiereiwit (zie afbeelding 1).
Ook de kleur van je ogen komt tot stand door eiwitten. Een cel in je oog krijgt van een gen informatie voor het maken van oogkleur-eiwitten.
Op deze manier regelen genen en eiwitten de kleur, de vorm en de werking van je lichaam. Met andere woorden: door genen en eiwitten komt het genotype tot uiting in het fenotype.

Afb. 1 Een cel bouwt een eiwit met behulp van de informatie in een gen.



ACTIEF EN NIET ACTIEF

Een cel gebruikt alleen de genen die hij nodig heeft. De andere genen zijn niet actief. Welke genen actief zijn, hangt af van de plaats in het lichaam waar de cel zich bevindt (zie afbeelding 2). In levercellen bijvoorbeeld zijn de genen actief die ervoor zorgen dat de cellen gal produceren. De genen die ervoor zorgen dat hoofdhaar wordt gemaakt, zijn hier niet actief. In de huidcellen boven op je hoofd is dit net andersom: deze cellen maken geen gal, maar wel haren. Hier zijn dus de genen voor het maken van hoofdhaar actief.

Als een gen actief is, kan het een klein beetje tot erg actief zijn (zacht of hard staan). In een spiercel bijvoorbeeld is een gen actief voor het maken van een spiereiwit. Als je veel krachttraining gaat doen, wordt dit gen actiever. De spiercel maakt dan meer spiereiwitten en de spieren worden dikker. Het gen voor de aanmaak van spiereiwitten kan dus hard of zacht staan.

Afb. 2 Elke lichaamscel bevat alle genen, maar niet alle genen zijn actief.

OPDRACHTEN

1 De melaninegenen bevatten informatie voor het maken van melanine: een kleurstof. Door melanine wordt de haarkleur zichtbaar. Hoe meer melanine, hoe donkerder de haarkleur. Als je ouder wordt, maken de cellen in je hoofdhuid steeds minder melanine. Daardoor word je grijs.
In afbeelding 3 zie je drie foto's van Maria op verschillende leeftijden.
Hoe is de activiteit van de genen voor melanine in de cellen van haar hoofdhuid veranderd toen Maria ouder werd?

A 3 jaar ○
B 35 jaar ○
C 80 jaar ○

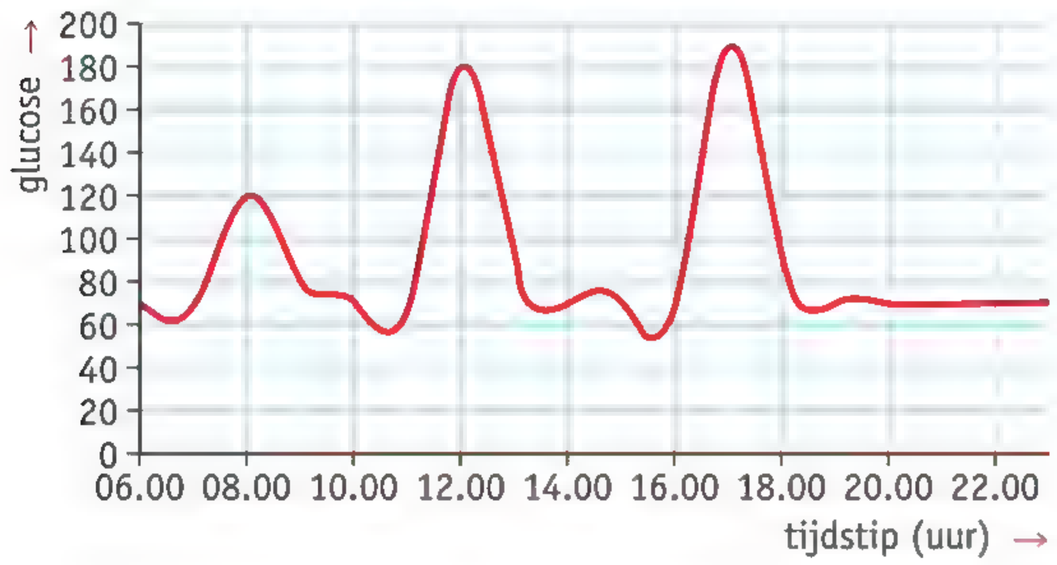
○ 1 niet actief
○ 2 weinig actief
○ 3 erg actief

Afb. 3 Maria op verschillende leeftijden.

2 In het lichaam wordt insuline gemaakt. Dit hormoon is nodig om het glucosegehalte van het bloed te verlagen als dat te hoog wordt. In afbeelding 4 zie je hoe het glucosegehalte van het bloed verandert gedurende een dag.
Op welke twee tijdstippen is het gen voor de aanmaak van insuline weinig actief?

- ☐ A 08.00 uur
- ☐ B 10.00 uur
- ☐ C 12.00 uur
- ☐ D 16.00 uur
- ☐ E 18.00 uur

Afb. 4 Glucosegehalte van het bloed.



3 Uv-straling van de zon is schadelijk voor je huid. Je huid wordt beschermd door melanine. Deze kleurstof ontstaat in de huid en maakt de huid donkerder van kleur. Melanine geeft ook kleur aan je haren en ogen. Dat je melanine kunt maken, heb je te danken aan een aantal genen.

a Wanneer zijn die genen het meest actief: in de winter of in de zomer? Leg je antwoord uit.

.....

.....

b Jos en Jennifer gaan op een zomerse dag naar het strand. Aan het eind van de dag is de huid van Jos wat donkerder bruin geworden. De huid van Jennifer is rood.
Leg dit uit aan de hand van het genotype.

.....

.....

c Zijn de genen voor de aanmaak van melanine in een spiercel even actief als in een huidcel? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten*.

7 DNA-technieken

LEERDOEL

11 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven.

Mensen gebruiken organismen om producten te maken. Dankzij allerlei nieuwe DNA-technieken is de biotechnologie sterk in ontwikkeling.

GENETISCHE MODIFICATIE

Biotechnologie is de verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te maken voor de mens. Eenvoudige voorbeelden zijn gisten om brood te laten rijzen en bacteriën om yoghurt te maken. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat om de gewenste stoffen te produceren. Het DNA van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

Bij nieuwere vormen van biotechnologie wordt het DNA van organismen wel veranderd. Er zijn verschillende technieken om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Een verzamelnaam voor deze technieken is **recombinant-DNA-technieken.** Het nieuwe DNA kan afkomstig zijn van een ander soort organisme.

Een voorbeeld is de productie van insuline. Een diabetespatiënt moet bij zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline inspuiten. Vroeger werd insuline uit de alvleesklier van geslachte varkens gehaald. Dat was duur en tijdrovend. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA van dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bacteriën. Daardoor kunnen deze bacteriën insuline produceren. Nu is insuline zuiver en goedkoop.

Het aanbrengen van gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen heet **genetische modificatie.** Een genetisch gemodificeerd organisme wordt **transgeen** genoemd. Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt, maar soms ook planten of dieren. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt.
In afbeelding 1 staan enkele toepassingen van genetische modificatie.

Afb. 1 Genetische modificatie.

Appelbomen zonder schurft

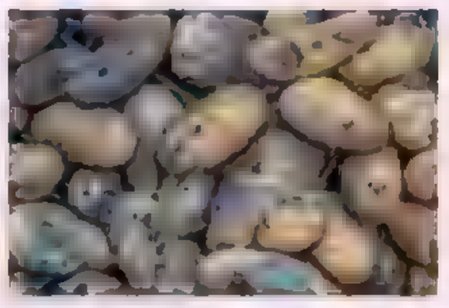
Onderzoekers van Wageningen University hebben een gen uit gerst ingebracht in het genotype van appelbomen. Het gen uit gerst bevat de informatie voor de productie van een stof die bescherming biedt tegen schimmels. De genetisch gemodificeerde appelbomen zijn nu veel beter bestand tegen aantasting door de schimmelziekte schurft en er zijn minder bestrijdingsmiddelen nodig.

Stonewashed spijkerbroeken

Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven, werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en het was tijdrovend. Nu gaat het een stuk goedkoper en sneller door behandeling met het enzym cellulase, geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

Aardappels zonder ziekte

De parasiet *Phytophthora infestans* veroorzaakt bij aardappels (en tomaten) de aardappelziekte. De infectie kan zich onder gunstige omstandigheden binnen enkele dagen verspreiden. De oogst gaat dan verloren. Bij aardappelplanten zijn genen van bijen en motten ingebracht, waardoor de gewassen beschermd zijn tegen de aardappelziekte.



Gouden rijst

Gouden rijst is een rijstras waarin een gen van mais is ingebouwd. Daardoor wordt in de rijstkorrel de stof bètacaroteen aangemaakt. Bètacaroteen kan in het lichaam worden omgezet in vitamine A. Gouden rijst is ontwikkeld om kinderen met een vitamine A-tekort te helpen. Een tekort aan deze vitamine kan blindheid veroorzaken. Bètacaroteen kleurt de rijst geel (vandaar de naam 'gouden rijst').

CRISPR-CAS

Waarschijnlijk wordt het gebruik van genen van andere soorten op korte termijn grotendeels vervangen door een nieuwe techniek: **Crispr-Cas.** Bij Crispr-Cas worden wijzigingen aangebracht in bestaande genen van een organisme. Dit wordt **gene editing** (gen-aanpassing) genoemd. Je kunt de techniek vergelijken met het aanpassen ('editing') van tekst. Door enkele letters te veranderen of een woord weg te laten, ontstaat een woord of zin met een nieuwe betekenis. Op ongeveer dezelfde manier kunnen ook stukjes DNA worden veranderd. Er ontstaat dan nieuwe informatie.

In de gezondheidszorg wordt Crispr-Cas ingezet voor gentherapie. **Gentherapie** is het gebruik van gene-editingtechnieken om kapotte genen te repareren. In afbeelding 2 staan nog enkele toepassingen van gene editing.

Afb. 2 Gene editing.

Chocolade
Wetenschappers werken aan een oplossing om het immuunsysteem van de cacaoplant te versterken. Hierdoor wordt de plant bestand tegen een virus dat massaal toeslaat bij West-Afrikaanse gewassen.

Bananen
Wetenschappers proberen verschillende wijzigingen in genen uit om bananen te krijgen die beter tegen een bepaalde schimmel kunnen.

Koffie
Wetenschappers hebben genen van een koffieplant aangepast zodat de bonen geen cafeïne meer bevatten. Dit is goedkoper en beter voor de smaak dan wanneer de cafeïne er in de fabriek uit wordt gehaald.

Rijst
Wetenschappers hebben een rijstras ontwikkeld dat 25 tot 30% meer rijstkorrels produceert, terwijl de plant nog net zo goed tegen hitte en droogte kan.

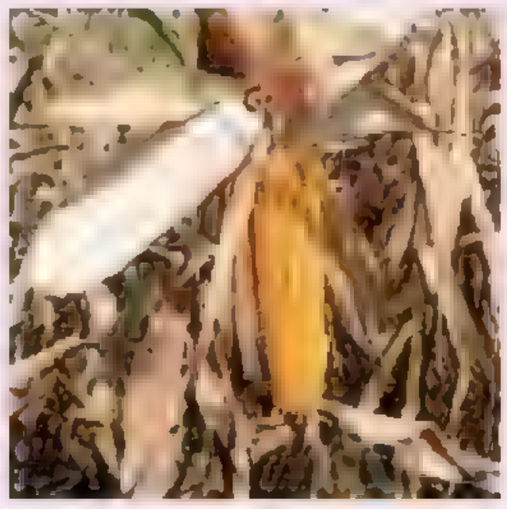
Tomaten
Wetenschappers hebben dertien smaakstoffen gevonden in een oud tomatenras. Ze gaan de smaakstoffen misschien aan moderne rassen toevoegen om tomaten meer smaak te geven.

Mais
Wetenschappers hebben een gen ontdekt bij een inheemse maissoort. Het gen zorgt ervoor dat er onder droge omstandigheden meer maiskorrels worden gevormd. De wetenschappers willen het gen ook bij moderne rassen gaan toevoegen.

Paddenstoelen
Op de Pennsylvania State University ontdekten wetenschappers dat de ongewenste bruine plekken op paddenstoelen het resultaat zijn van een gen. Door dit gen aan te passen, kunnen paddenstoelen langer worden bewaard en blijven ze er mooier uitzien.

Tarwe
Wetenschappers in Spanje en Amerika zijn een tarweras zó aan het aanpassen dat de tarwekorrels veel minder gluten bevatten. Dit is goed nieuws voor mensen die niet tegen gluten kunnen.

de vrucht van een cacaoplant


ook bij droogte veel korrels dankzij een gen

champignons met bruine plekken

DISCUSSIE

De meeste toepassingsmogelijkheden van genetische modificatie liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 3). Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie. In tabel 1 staan enkele argumenten.

Tabel 1 Argumenten voor en tegen genetische modificatie.

De voedselopbrengst wordt hoger. Dat is nodig om de groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien.	De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen.
Sommige gewassen worden bestand gemaakt tegen ziekten, waardoor minder chemische bestrijdingsmiddelen nodig zijn.	Sommige gewassen worden bestand gemaakt tegen chemische bestrijdingsmiddelen, waardoor meer van die middelen kunnen worden gebruikt.
Mensen 'verbeteren' planten en dieren al door ze te kruisen en veredelen (selecteren op gunstige eigenschappen). Genetische modificatie doet hetzelfde, maar is sneller.	Door genetische modificatie kunnen naar willekeur allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'.
Met behulp van genetische modificatie kunnen medicijnen beter, sneller en goedkoper worden geproduceerd.	De variatie binnen een soort kan afnemen doordat boeren alleen nog enkele genetisch gemodificeerde rassen gebruiken.
Groente en fruit kunnen gezonder worden gemaakt (meer voedingsstoffen) en een betere smaak krijgen.	Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en zich verspreiden. We weten niet wat de gevolgen daarvan kunnen zijn.

Afb. 3 Slaolie met genetisch gemodificeerde soja.

DNA-TESTS

DNA-tests zijn goedkoop, snel en nauwkeurig. Daardoor worden DNA-tests nu bijvoorbeeld gebruikt bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht en vergeleken met het DNA van verdachte personen. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd.

DNA-tests kunnen op veel gebieden worden ingezet, bijvoorbeeld om fraude met vlees op te sporen. Met DNA-tests is aan te tonen van welk dier het vlees afkomstig is. Zo is een handelaar betrapt die (goedkoper) paardenvlees verkocht als (duurder) koeienvlees. Met DNA-tests kunnen ook erfelijke ziekten worden opgespoord. Verder kan door DNA-tests evolutionaire verwantschap tussen soorten worden aangetoond of een nieuwe soort worden ontdekt. Met DNA-verwantschapsonderzoek kan worden onderzocht of een man de biologische vader is van een bepaald kind.

OPDRACHTEN

1 Kies het juiste begrip bij elke omschrijving.

A	aanbrengen van veranderingen in het genotype van organismen	○	○ 1 biotechnologie
B	technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor de mens te maken	○	○ 2 genetische modificatie
C	verzamelnaam voor alle technieken waarmee het DNA van organismen wordt veranderd	○	○ 3 recombinant-DNA-technieken

2 Lees de tekst 'Superzalm' in afbeelding 4.

a Is in deze tekst sprake van genetische modificatie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

b Zijn de superzalmen transgene dieren? *ja / nee*

c Welk argument van tegenstanders van genetische modificatie wordt in de tekst genoemd?

.....

.....

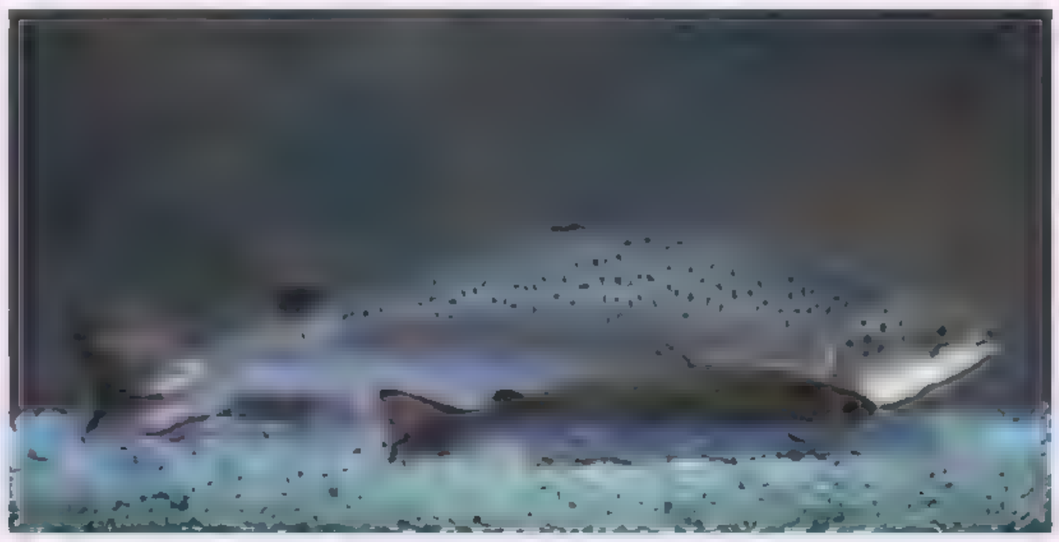
.....

.....

Afb. 4

Superzalm

Een Canadees bedrijf heeft in het DNA van wilde zalm twee genen ingebouwd van twee andere vissoorten. Deze superzalm groeit daardoor twee keer zo snel als de wilde zalm en kan ook bij lagere temperaturen doorgroeien. Er zijn nog wel problemen te overwinnen. Zalmen worden meestal gekweekt in kooien in zee. Daaruit ontsnappen vaak vissen. Deze snelgroeiende zalmen kunnen de wilde zalmen gaan verdringen en mogelijk grote delen van de zee gaan overheersen. Wat daar de gevolgen van zijn, is nog niet bekend. De zalmen worden daarom nog niet gekweekt voor de handel.



3 Hier staan argumenten die worden gebruikt in discussies over genetische modificatie. Geef bij elk argument aan of het hoort bij een voorstander of bij een tegenstander van genetische modificatie.

- De behandeling van sommige ziekten kan beter en goedkoper. *voorstander / tegenstander*
- De kwaliteit van het voedsel kan worden verbeterd. *voorstander / tegenstander*
- Door het veranderen van dieren kan het welzijn van de dieren worden aangetast. *voorstander / tegenstander*
- Er kunnen gewassen worden ontwikkeld die beter bestand zijn tegen veranderingen in het klimaat. *voorstander / tegenstander*
- Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken. *voorstander / tegenstander*
- Het telen van genetisch gemodificeerde gewassen kost minder arbeid. Daardoor verliezen mensen hun werk. *voorstander / tegenstander*

4 Malaria is een ziekte die wordt overgedragen door muggen. Wetenschappers in Californië hebben een muggensoort gekweekt met een speciaal gen. Dit gen zorgt ervoor dat de muggen de mens niet meer kunnen besmetten met malaria. Het gen is in het DNA gebracht met de Crispr-Cas-methode. Natuurlijk kunnen niet alle muggen op deze manier een nieuw gen krijgen.

a Leg uit hoe een klein aantal gemodificeerde muggen toch kan bijdragen aan de bestrijding van malaria.

.....

.....

.....

.....

b In de natuur speelt natuurlijke selectie een belangrijke rol bij de aanpassing van een soort.
Leg uit dat het uitzetten van genetisch gemodificeerde muggen niet voldoende is bij de bestrijding van malaria.

.....

.....

.....

.....

c Geef een argument voor en een argument tegen deze manier om malaria te bestrijden.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5 Hemofilie is een erfelijke aandoening waarbij het bloed niet goed stolt. Bij hemofilie kunnen de levercellen bepaalde eiwitten niet aanmaken. Dat komt door een foutje in het DNA.
Onderzoekers denken dat ze mensen met hemofilie kunnen helpen met gentherapie. In het laboratorium wordt het juiste stukje DNA ingebracht in een virus. Het virus wordt via een infuus toegediend in de arm. Het virus brengt het stukje DNA naar de levercellen. Daarna werken de levercellen weer goed.

a Met deze behandeling krijgen alleen de levercellen het juiste stukje DNA.
Leg uit waarom het DNA in de andere lichaamscellen niet hoeft te worden gerepareerd.

.....

.....

.....

b Leg uit waarom de onderzoekers een virus gebruiken dat zich niet kan vermenigvuldigen.

.....

.....

.....

c De onderzoekers verwachten dat deze behandeling na enkele jaren weer moet worden herhaald.
Leg uit waarom herhaling van de behandeling nodig is.

.....

.....

.....

d Hemofilie is een erfelijke ziekte.
Leg uit of de behandeling kan voorkomen dat iemand met hemofilie de ziekte doorgeeft aan het nageslacht.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1 EEN PRESENTATIE GEVEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 12

Onderzoekers delen hun onderzoeksresultaten met elkaar. Dit doen ze in een verslag of in een presentatie. In een presentatie vertel je anderen over je onderzoek en je resultaten. Daarbij kun je dia's gebruiken, bijvoorbeeld in PowerPoint. In afbeelding 1 staat hoe je zo'n diapresentatie maakt. Op de dia's zet je geen hele zinnen, maar alleen steekwoorden, afbeeldingen, tekeningen en schema's. Op deze manier ondersteunen de dia's het verhaal dat jij vertelt.

Bij een presentatie geef je alleen de belangrijkste informatie over je onderzoek. Dit is dus anders dan bij een verslag, want daarin beschrijf je je onderzoek zo uitgebreid mogelijk.

Afb. 1

Een presentatie maken van een onderzoek

1 Op de eerste dia zet je de titel van je onderzoek.
Zet daaronder je naam en de naam van degene met wie je samenwerkt.
2 Op de tweede dia komt de inleiding.
Zet hier welk probleem je hebt onderzocht. Je mag ook extra uitleg geven over je onderwerp.
3 Op de derde dia zet je de onderzoeksvraag.
Als je een hypothese hebt, zet je deze ook op de derde dia (onder de onderzoeksvraag).
4 Op de vierde dia zet je de benodigdheden.
Je kunt met afbeeldingen laten zien wat je hebt gebruikt.
5 Op de vijfde dia zet je het werkplan.
Als je een proefopstelling hebt, kun je daar een foto van maken. Die foto kun je dan in deze dia zetten.
6 Op de dia's hierna zet je de resultaten.
Soms heb je bij je resultaten een tabel of grafiek.
Maak de tabel of grafiek zo groot mogelijk. Dan kan je publiek het goed zien.
Elke tabel en grafiek krijgt een eigen dia.
7 Op de dia na de resultaten zet je de conclusie.
8 Op de laatste dia komt de evaluatie.
Zet hier puntsgewijs hoe het onderzoek is verlopen. Als iets anders is gegaan dan volgens het werkplan, zet je dit erbij.
Als je bronnen hebt gebruikt bij je onderzoek, maak je na de evaluatie nog een dia met de bronnen.

OPDRACHT

Je gaat zelf een bronnenonderzoek bedenken en uitvoeren. Je gaat er ook een presentatie over geven. Je docent legt het thema vast waarbinnen je het onderzoek mag bedenken.
Voer je onderzoek als volgt uit:

- Kies een onderzoeksvraag. Elke onderzoeksvraag heeft drie deelvragen. Laat je docent weten welke onderzoeksvraag je kiest.
- Maak een werkplan. Noteer in je werkplan:
  - wat voor bronnen je gaat raadplegen
  - waar je de bronnen gaat zoeken
- Laat je docent het werkplan controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens het werkplan. Bewaar de bronnen die:
  - bruikbaar zijn (antwoord geven op een deelvraag)
  - door een deskundige zijn geschreven (betrouwbaar zijn)
  - pas geschreven zijn (actueel zijn)
- Beantwoord de deelvragen met behulp van de bronnen. Als je niet alle deelvragen goed kunt beantwoorden, probeer dan meer bronnen te vinden.
- Bekijk de antwoorden op de deelvragen. Trek hieruit een conclusie.
- Schrijf een evaluatie.
- Maak een diapresentatie van je onderzoek. Gebruik zo min mogelijk hele zinnen. Gebruik zo veel mogelijk steekwoorden, afbeeldingen, tekeningen en schema's.
- Bereid voor wat je bij elke dia precies wilt vertellen. Maak een spiekbriefje met steekwoorden.
- Presenteer je onderzoek aan de klas.

Practica

1 NATUURLIJKE SELECTIE

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 7

30-35 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum ga je natuurlijke selectie nadoen met behulp van gekleurde kralen (een groep organismen). Je gebruikt de gebeurtenissen in afbeelding 1. Je houdt in een tabel bij hoe de samenstelling van de groep na elke gebeurtenis verandert.

Afb. 1

Gebeurtenissen per generatie

Gebeurtenis 1
De rode kralen hebben een kenmerk waardoor ze makkelijk gezien worden door roofdieren. Van de rode kralen blijft 60% leven. Van de andere kleuren blijft 80% leven.

Gebeurtenis 2
De groep vindt een dichtbegroeid bos om in te leven. De groene kralen hebben een kenmerk waardoor ze in het bos nog minder opvallen. Hierdoor blijft 90% van de groene kralen leven. Bij de andere kleuren is er niks veranderd vergeleken met gebeurtenis 1.

Gebeurtenis 3
Door klimaatverandering worden de zomers steeds heter. Hierdoor neemt de overlevingskans voor bijna alle kleuren met 10% af. De gele kralen hebben een kenmerk waardoor ze beter bestand zijn tegen de hitte. Bij deze kleur neemt de overlevingskans niet af.

Gebeurtenis 4
Er is een bosbrand in het leefgebied van de groep. 50% overleeft deze brand niet.

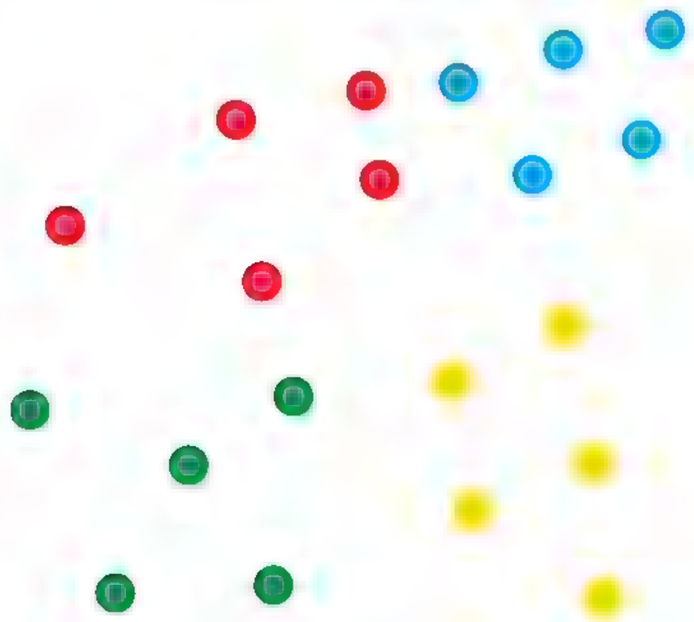
WAT HEB JE NODIG?

- ☐ 30 blauwe kralen
- ☐ 30 gele kralen
- ☐ 30 groene kralen
- ☐ 30 rode kralen
- ☐ een rekenmachine

WAT MOET JE DOEN?

- Leg vijf blauwe, vijf gele, vijf groene en vijf rode kralen bij elkaar (zie afbeelding 2). Dit is de eerste generatie van de groep. De samenstelling van deze generatie is al ingevuld in de tabel op de volgende bladzijde.

Afb. 2 De eerste generatie organismen.



1 Gebeurtenis 1

Lees gebeurtenis 1 in afbeelding 1.

Bij gebeurtenis 1 blijft 60% van de rode kralen in leven.

a Hoeveel rode kralen blijven in leven? .....

b Hoeveel rode kralen gaan er dood? .....

- Verwijder het aantal rode kralen dat doodgaat uit de groep.

2 Van de blauwe, gele en groene kralen blijft 80% in leven.

a Hoeveel kralen blijven in leven?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....

b Hoeveel kralen gaan er dood?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....

- Verwijder het aantal blauwe, gele en groene kralen dat doodgaat uit de groep.

De groep kralen die je overhoudt, is de groep na gebeurtenis 1. Deze kralen krijgen nakomelingen. Per gekleurde kraal komt er één nakomeling bij met dezelfde kleur.

3

a De rode kralen die nog leven, krijgen nakomelingen. Per rode kraal komt er één nakomeling bij.

Hoeveel rode kralen voeg je toe aan de groep? .....

b Ook de blauwe, gele en groene kralen krijgen nakomelingen. Per kraal komt er een nakomeling bij met dezelfde kleur.
Hoeveel blauwe, gele en groene kralen voeg je toe aan de groep?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....

- Voeg de nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit twee generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 2 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

Aantal generaties	Aantal blauwe kralen	Aantal gele kralen	Aantal groene kralen	Aantal rode kralen
1	5	5	5	5
2				
3				
4				
5				

4

Gebeurtenis 2
Lees gebeurtenis 2 in afbeelding 1.
De overlevingskans van een van de kleuren is veranderd.

a Hoeveel kralen blijven leven? Rond je antwoorden af naar hele getallen.

- blauw: .....% van ..... kralen = ... = ... kralen
- geel: .....% van ..... kralen = ... = ... kralen
- groen: .....% van ..... kralen = ... = ... kralen
- rood: .....% van ..... kralen = ... = ... kralen

b Hoeveel kralen gaan er dood?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....
- rood: .....

- Verwijder het aantal blauwe, gele, groene en rode kralen dat doodgaat uit de groep.

De kralen die nu nog leven, krijgen weer nakomelingen: één per gekleurde kraal.

- Voeg de nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit drie generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 3 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

5 Gebeurtenis 3

Lees gebeurtenis 3 in afbeelding 2.

De overlevingskans van sommige kleuren is weer veranderd.

a Hoeveel kralen blijven er van elke kleur leven? Rond af naar hele getallen.

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....
- rood: .....

b Hoeveel kralen gaan er van elke kleur dood?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....
- rood: .....

- Verwijder het aantal blauwe, gele, groene en rode kralen dat doodgaat uit de groep.

Per gekleurde kraal komt er weer één nakomeling bij met dezelfde kleur.

- Voeg deze nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit vier generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 4 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

6 Gebeurtenis 4

Lees gebeurtenis 4 in afbeelding 1.

Nu is de overlevingskans niet per kleur, maar voor de hele groep. Of een kraal blijft leven of niet, hangt dus niet meer af van de kleur.

- Doe je ogen dicht. Verwijder de helft van de kralen uit de groep, zonder te kijken.

Per gekleurde kraal komt er weer één nakomeling bij met dezelfde kleur.

- Voeg deze nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit vijf generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 5 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

Leg uit dat bij gebeurtenis 4 geen sprake is van natuurlijke selectie.

.....

.....

2 SCHEDELS VAN KNAAGDIEREN VERGELIJKEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 9

20-30 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum vergelijk je de schedels van drie knaagdieren.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een schedel van een eekhoorn
- ☐ een schedel van een konijn
- ☐ een schedel van een veldmuis

WAT MOET JE DOEN?

- Bestudeer de drie verschillende schedels.
- Kijk welke overeenkomsten en welke verschillen je ziet. Kijk bijvoorbeeld naar de tanden, de vorm, de delen en de grootte van de schedel.

OPDRACHT

a Welke overeenkomsten zie je bij alle drie de schedels? Noteer er minstens twee.

.....

.....

.....

.....

.....

b Welke verschillen zie je tussen de schedels? Noteer er minstens twee.

.....

.....

.....

.....

.....

c Bekijk de stamboom in afbeelding 3. Welk dier is het meest verwant met de eekhoorn? *konijn / veldmuis*

d Komt de verwantschap overeen met de overeenkomsten en verschillen die je hebt gevonden? *ja / nee*

Afb. 3 Stamboom.

Samenvatting

BASIS 1

GENOTYPE EN FENOTYPE

1 Je kunt benoemen dat alle cellen van je lichaam dezelfde erfelijke informatie bevatten.

- Chromosomen zijn dunne 'draden' in elke celkern.
  - Ze bestaan voor een groot deel uit de stof DNA.
  - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
  - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.

2 Je kunt omschrijven wat het genotype en het fenotype zijn.

- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
  - Gen: de stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor een erfelijke eigenschap.
  - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
  - Het genotype van een organisme ontstaat op het moment van bevruchting.
- Fenotype: de eigenschappen van een organisme, waaronder het uiterlijk.
  - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu (leefstijl en omgeving).

BASIS 2

CHROMOSOMEN EN GENEN

3 Je kunt beschrijven hoe ieder van de ouders 50% van de chromosomen levert.

- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
  - De twee chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen.
  - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
  - Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de moeder en het andere van de vader.
- In geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor.
  - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.
  - Geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling.
  - Een geslachtscel bevat van elk chromosomenpaar één chromosoom.
  - Welk van beide chromosomen in een geslachtscel terechtkomt, hangt af van het toeval.
  - Daardoor komen bij geslachtscellen veel verschillende genotypen voor.

4 Je kunt benoemen dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de geslachtschromosomen.

- Geslachtschromosomen: het 23e chromosomenpaar:
  - vrouw: twee X-chromosomen (XX)
  - man: een X- en een Y-chromosoom (XY)
  - intersekse: bijv. meisje met XY, jongen met XX

BASIS 3

VARIATIE IN GENOTYPEN

5 Je kunt omschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

- De twee genen van een chromosomenpaar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
  - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn. Bijv.: het gen voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelt de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
  - Welk genotype deze geslachtscellen hebben, hangt af van het toeval.
  - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen.

6 Je kunt omschrijven wat een mutatie is.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
  - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype tot uiting komt.
- Mutaties komen vaker voor na blootstelling aan mutagene invloeden.
  - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of uv-straling in zonlicht)
  - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest)
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
  - Oorzaak: mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van celdeling.
  - Er ontstaat een schadelijk gezwel (tumor).
- Uitzaaiing: cellen van de tumor komen in het bloed terecht.
  - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe tumoren.

BASIS 4

DE EVOLUTIETHEORIE

7 Je kunt de evolutietheorie beschrijven.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
  - De evolutietheorie gaat uit van een periode van miljoenen jaren, variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur ontstaan voortdurend nieuwe genotypen (en fenotypen).
  - Variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en mutaties.
- Natuurlijke selectie:
  - Organismen die beter aan het milieu zijn aangepast, hebben een grotere overlevingskans.
  - Van organismen met een gunstig genotype blijven waarschijnlijk veel nakomelingen in leven, die zich kunnen voortplanten.
  - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
- Het ontstaan van nieuwe soorten door isolatie:
  - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
  - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
  - Na verloop van tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

BASIS

GESCHIEDENIS VAN HET LEVEN OP AARDE

8 Je kunt beschrijven hoe fossielen zijn ontstaan.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
  - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei. Hierdoor vergaan de resten niet.
  - Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
  - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

9 Je kunt benoemen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

- In een geologische tijdschaal wordt de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
  - Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten

leefde, hoe minder ze verwant zijn.
- Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe korter geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.
- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
  - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
  - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

EXTRA 6

GENEN EN EIWITTEN

10 Je kunt uitleggen dat cellen alleen de erfelijke informatie gebruiken die ze nodig hebben.

- Genen bevatten informatie voor het maken van eiwitten.
  - Eiwitten bepalen voor een groot deel de kleur, vorm en werking van je lichaam.
- Een cel gebruikt alleen de genen die hij nodig heeft.
  - De andere genen zijn in deze cel niet actief.
  - Dit hangt samen met de functie van een cel. Bijv.: in levercellen staan de genen voor galproductie aan. In hoofdhuidcellen staan deze genen uit.
  - Een gen kan een beetje tot erg actief zijn (zacht of hard staan). Bijv.: een spiercel kan veel of weinig spiereiwitten maken.

EXTRA 7

DNA-TECHNIEKEN

11 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven.

- Biotechnologie: verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
  - Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijv. DNA afkomstig van een ander soort organisme).
  - De veranderde organismen kunnen voor de mens voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren. Bijv.: bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.
- Crispr-Cas: het DNA van een organisme aanpassen om de eigenschappen te veranderen.
- Discussie: er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.
- DNA-tests zijn goedkoop, snel en nauwkeurig.
  - Toepassingen o.a. bij misdaadbestrijding, opsporen van fraude met vlees, opsporen van erfelijke ziekten, verwantschapsonderzoek.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

12 Je kunt in tweetallen een presentatie geven.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

6 Ecologie en duurzaamheid

Organismen leven in hun omgeving. Ze halen daar voedsel uit. Veel organismen zijn zelf voedsel voor andere organismen. Uiteindelijk gaan alle organismen dood. De stoffen waaruit ze bestaan, worden dan opnieuw gebruikt.

BASISSTOF

1 Organismen en hun omgeving 182
2 Voedselrelaties 189
3 Samenleven 200
4 Natuurbeheer 208
5 Mens en milieu 217
6 Duurzaamheid 227
Samenhang 236
Te veel van het goede

EXTRA STOF

7 Kringlopen 240
8 Voedselproductie 245

ONDERZOEK

Leren onderzoeken 250
Practica 255

AFSLUITING

Samenvatting 266
Diagnostische toets

1 Organismen en hun omgeving

LEERDOELEN

1 Je kunt biotische en abiotische factoren onderscheiden.
2 Je kunt de niveaus van de ecologie beschrijven.

- Leren onderzoeken 1
- Practicum 1

Elk organisme is afhankelijk van zijn omgeving. Die omgeving bestaat uit andere organismen, maar ook uit levenloze factoren, zoals licht, lucht en water. Veel organismen leven samen in groepen.

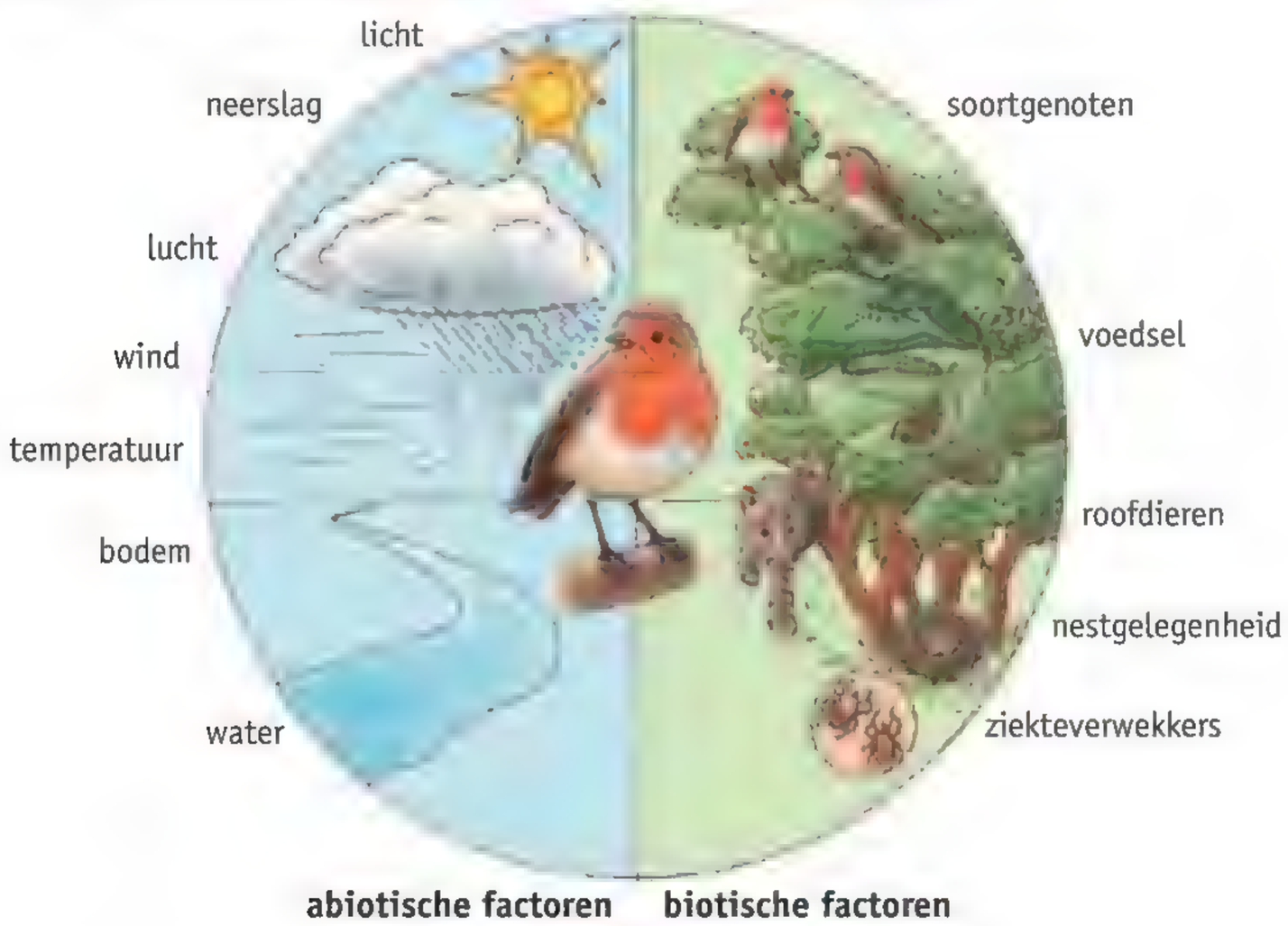
MILIEU

Ecologie is het onderzoeken van de relaties tussen organismen en hun milieu (hun leefomgeving). Het **milieu** heeft invloed op organismen. Maar organismen hebben ook invloed op hun milieu. Planten geven bijvoorbeeld zuurstof af aan de lucht, en regenwormen maken gangen waardoor de bodem luchtiger wordt.

De invloeden uit het milieu kun je indelen in twee groepen (zie afbeelding 1):
- biotische factoren
- abiotische factoren

Invloeden van de levende natuur zijn **biotische factoren.** Deze invloeden zijn afkomstig van andere organismen. Een roodborstje wordt bijvoorbeeld beïnvloed door de insecten die hij kan vangen en de roofdieren die hij moet ontwijken. Een roodborstje wordt ook beïnvloed door de temperatuur, de hoeveelheid licht, de wind en de regen. Invloeden van de levenloze natuur zijn **abiotische factoren** (*a* = zonder, *bios* = leven).

Afb. 1 Biotische en abiotische factoren voor een roodborstje.



DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

Je kunt de relaties tussen één organisme (**individu**) en zijn omgeving onderzoeken, bijvoorbeeld de invloed van de temperatuur op de groei van één wild zwijn. Ecologen zeggen dan dat ze onderzoek doen op het **niveau** van het individu. In afbeelding 2 zie je andere niveaus waarop ecologen onderzoek doen: de populatie, de levensgemeenschap en het ecosysteem.

Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied die zich onderling voortplanten. Bijvoorbeeld een groep wilde zwijnen in een bos. Een onderzoek op het niveau van een populatie is: de invloed van de hoeveelheid regen op een populatie wilde zwijnen.
In een gebied leven populaties van verschillende soorten. Naast wilde zwijnen zijn er in een bos ook bomen, planten, wormen, muizen, roofvogels, herten, dassen en nog veel meer organismen. Al deze populaties samen noem je een **levensgemeenschap**. De populaties in een levensgemeenschap beïnvloeden elkaar. Roofvogels eten bijvoorbeeld muizen, herten eten gras.
De abiotische factoren in een gebied zijn onder andere de lucht, de wind en het water. De abiotische factoren en de levensgemeenschap samen vormen een ecosysteem. Een **ecosysteem** is een gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos en een sloot.

Afb. 2 De niveaus van de biologie.

KENNIS

L

In afbeelding 3 zie je een groep eenden. Eenden hebben te maken met allerlei invloeden uit de omgeving.

a Geef bij elke invloed aan of het een biotische of een abiotische factor is.

- roofdieren *biotisch / abiotisch*
- soortgenoten *biotisch / abiotisch*
- temperatuur *biotisch / abiotisch*
- water *biotisch / abiotisch*
- waterplanten *biotisch / abiotisch*
- wind *biotisch / abiotisch*
- ziekteverwekkers *biotisch / abiotisch*

b
- Bij een levensgemeenschap horen alle *biotische / abiotische / biotische en abiotische* factoren.
- Bij een ecosysteem horen alle *biotische / abiotische / biotische en abiotische* factoren.

Afb. 3

L

Ecologie gaat over de relaties tussen organismen. Ecologen onderzoeken die relaties op verschillende niveaus.

a Noteer de niveaus in de juiste volgorde. Begin met het individu.

1 individu

2 .....

3 .....

4 .....

b Over welk niveau gaat de beschrijving?

A	relatie tussen een groep individuen van dezelfde soort	○	○ 1 ecosysteem
B	relatie tussen één organisme en de omgeving	○	○ 2 individu
C	relaties tussen alle populaties in een bepaald gebied	○	○ 3 levensgemeenschap
D	relaties tussen levende wezens en abiotische factoren	○	○ 4 populatie

Veel plasticafval komt uiteindelijk in zeeën en oceanen terecht. In afbeelding 4 zie je een zeeschildpad die een plastic zak opeet. De zeeschildpad eet kwallen en ziet geen verschil tussen een kwal en een plastic zak.

a Leg uit of de plastic zak een biotische factor of een abiotische factor is.

.....

.....

b Leg uit of een kwal een biotische of een abiotische factor is.

.....

Afb. 4 Zeeschildpad eet plastic zak.

Samenvatting

Voorbeelden van biotische factoren: .....

.....

Voorbeelden van abiotische factoren: .....

.....

Individu: .....

Populatie: .....

.....

Levensgemeenschap: .....

.....

Ecosysteem: .....

.....

INZICHT

Texel is een van de Waddeneilanden. Op Texel komen in de duinen een paar meertjes voor. In deze meertjes leven onder andere stekelbaarsjes.

a Behoren de stekelbaarsjes in de verschillende meertjes tot dezelfde populatie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

b Maken de stekelbaarsjes in de verschillende meertjes deel uit van dezelfde levensgemeenschap? Leg je antwoord uit.

.....

.....

c Maken alle stekelbaarsjes deel uit van hetzelfde ecosysteem? Leg je antwoord uit.

.....

.....

6 Lees de tekst 'Muggenlarven' in afbeelding 5.

- Markeer in de tekst de twee biotische factoren.
- Onderstreep in de tekst de drie abiotische factoren.

Afb. 5

Muggenlarven

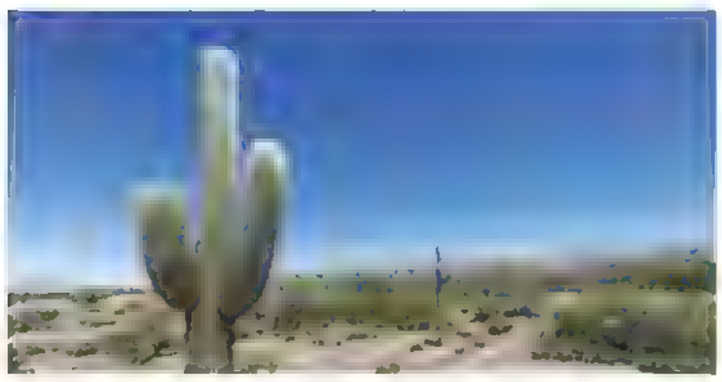
De larven hangen net onder het wateroppervlak. Daar is namelijk het meeste zonlicht en zuurstof. Veel muggenlarven worden gegeten door allerlei waterdieren. Een aantal larven ontwikkelt zich tot volwassen muggen. Volwassen muggen leven graag in de buurt van vijvers en waterplasjes. In het water leggen ze hun eitjes. Muggen leven van de nectar uit planten.

7 Abiotische factoren beïnvloeden de overlevingskans van planten en dieren. Planten en dieren moeten bepaalde eigenschappen hebben om in een ecosysteem te kunnen overleven.
Bekijk afbeelding 6. Leg uit hoe de cactus is aangepast aan de omgeving.

.....

.....

Afb. 6 Een cactus.



8 De Hoge Veluwe is het grootste bos- en heidegebied van Nederland. In dit gebied liggen verschillende autowegen. Door ecoducten kunnen dieren deze wegen veilig oversteken.
In afbeelding 7 zie je zo'n ecoduct.
Leg uit waarom het belangrijk is dat dieren de autowegen kunnen oversteken.

.....

.....

.....

Afb. 7 Een ecoduct.

SAMENHANG beroep

MEDEWERKER NATUURBEHEER

Erik is medewerker natuurbeheer in een natuurgebied. Samen met zijn collega's onderhoudt hij het natuurgebied. Alles binnen het natuurgebied wordt schoongehouden en gerepareerd, zoals de wandel- en fietspaden, banken, picknicktafels en richtingaanwijzers. Maar ook de struiken, heggen en bomen moeten worden onderhouden. Als bomen of struiken ziek zijn, grijpen Erik en zijn collega's in. Verder zorgen ze voor een goede kwaliteit van de bodem en letten ze op de waterkwaliteit en de waterstand. Bij dit werk maken ze gebruik van allerlei gereedschap. Daarbij is het belangrijk dat ze de veiligheid goed in de gaten houden. De helm en de gehoorbeschermers draagt Erik niet voor niets.
Erik let er ook op dat bezoekers van het gebied goed met de natuur omgaan, de rust van de dieren niet verstoren en geen vuil achterlaten.
Erik snapt dat organismen invloed hebben op hun omgeving, en dat de omgeving invloed heeft op de planten en dieren.
Bij het beheer van het natuurgebied proberen Erik en zijn collega's de omstandigheden voor alle dieren zo goed mogelijk te maken.

Afb. 8 Erik.

9 Lees de tekst 'Medewerker natuurbeheer'.

a Leg uit waarom Erik de waterkwaliteit en de waterstand in de gaten houdt.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b Erik let ook op of er bomen doodgaan. Vroeger werden deze bomen onmiddellijk omgezaagd. Nu laten natuurbeheerders deze bomen zo veel mogelijk staan.
Waarom worden dode bomen niet meer opgeruimd, denk je?

.....

.....

.....

c Onderzoekers hebben een onderzoek gedaan in het gebied waar Erik werkt. Ze hebben koolmezen bestudeerd die aan de rand van het bos leven. Langs het bos loopt een drukke autoweg. De onderzoekers hebben ontdekt dat koolmezen in een lawaaiige omgeving minder eieren leggen.
Over welk niveau van de ecologie gaat dit onderzoek?

- ○ A individu
- ○ B populatie
- ○ C levensgemeenschap
- ○ D ecosysteem

d De onderzoekers doen een tweede onderzoek. Doordat er minder eieren worden gelegd, komen er minder koolmezen. Koolmezen eten rupsen en insecten. De onderzoekers willen weten welke invloed het aantal koolmezen heeft op het aantal rupsen en insecten.
Over welk niveau van de ecologie gaat dit onderzoek?

- ○ A individu
- ○ D populatie
- ○ C levensgemeenschap
- ○ B ecosysteem

e Lijkt medewerker natuurbeheer jou een leuk beroep? Leg uit waarom.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

2 Voedselrelaties

LEERDOELEN

3 Je kunt een voedselketen en een voedselweb maken.
4 Je kunt de groepen organismen in de kringloop van stoffen onderscheiden.
5 Je kunt biologisch afbreekbaar afval en niet-biologisch afbreekbaar afval onderscheiden.

Als een organisme wordt opgegeten, komen de stoffen terecht in een ander organisme.
In een ecosysteem doorloopt elke stof een kringloop.

VOEDSELKETEN

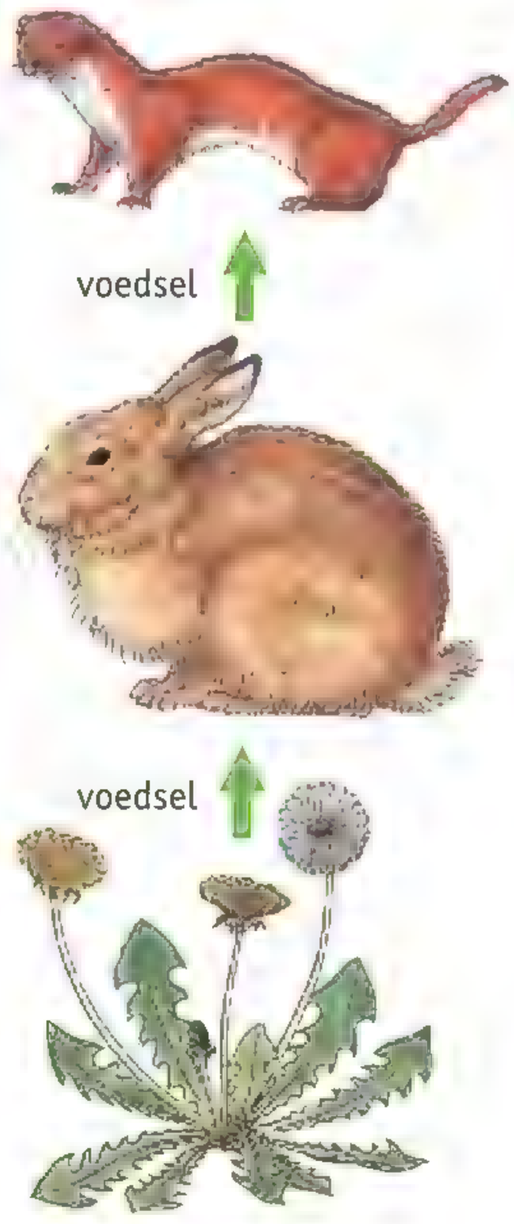
In afbeelding 1 zie je een weiland met enkele organismen. Je ziet een konijn van een paardenbloem eten. Konijnen zijn **planteneters.** Je ziet ook een wezel. Wezels vangen konijnen en eten ze op. Wezels zijn **vleeseters.**

Paardenbloemen, konijnen en wezels vormen samen een voedselketen (zie afbeelding 2). Een **voedselketen** is een reeks soorten waarbij elke soort voedsel is voor de volgende soort. Elke soort is een **schakel** in de voedselketen. De pijl betekent: *wordt gegeten door.*

De voedselketen in afbeelding 2 begint met een plant. Ook andere voedselketens beginnen met een plantensoort.
De eerste schakel in een voedselketen is altijd een plantensoort.

Afb. 1 Een weiland met verschillende organismen.

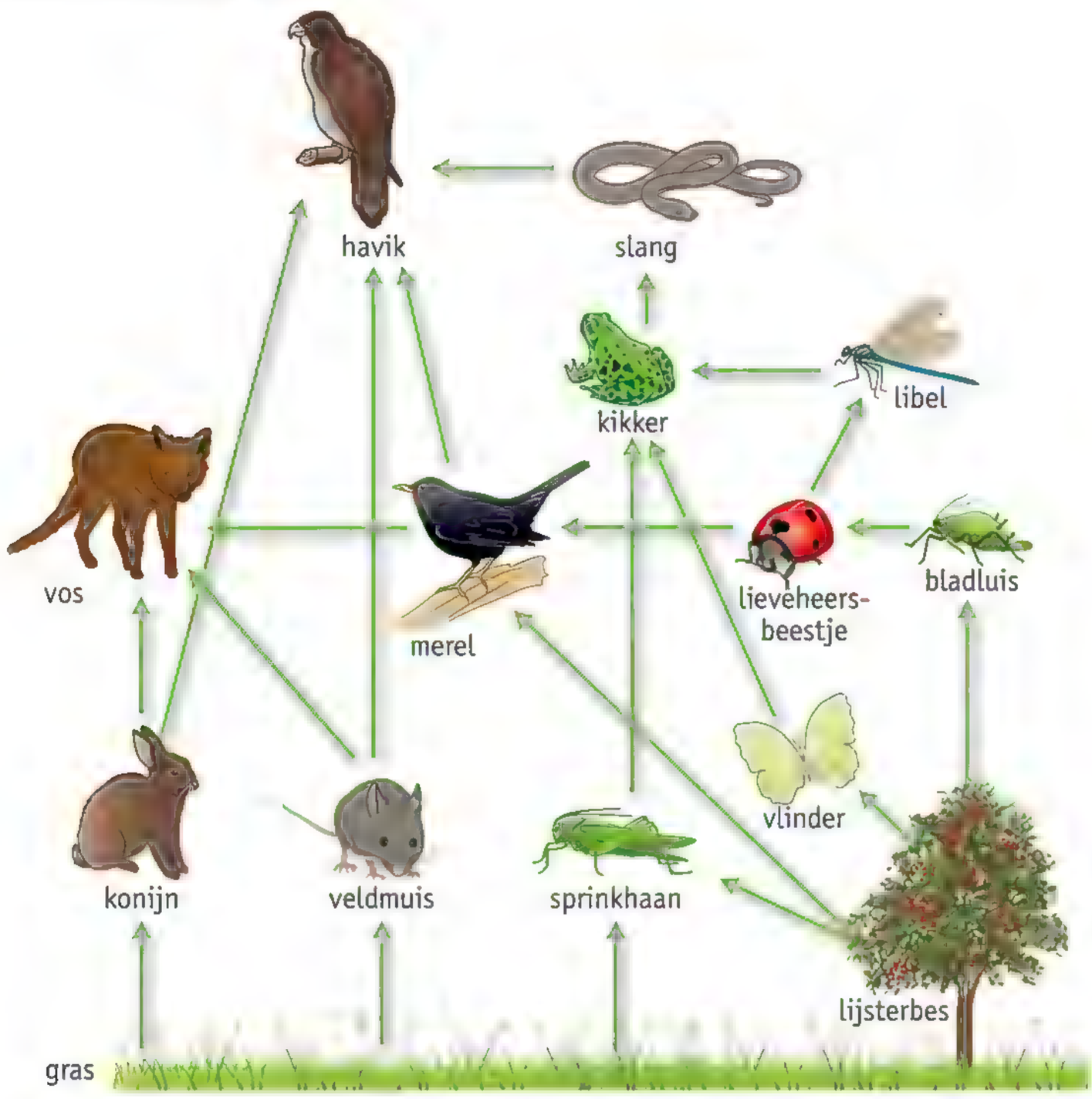
Afb. 2 Een voedselketen met drie schakels.



VOEDSELWEB

In een ecosysteem is er nooit maar één voedselketen. Elke soort kan door veel andere soorten worden gegeten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar.
Alle voedselrelaties in een ecosysteem samen noem je een **voedselweb**. In afbeelding 3 is een voedselweb getekend. In een voedselweb kunnen dieren voorkomen die zowel planten als dieren eten. Deze dieren noem je **alleseters**. De merel bijvoorbeeld eet zowel bessen als lieveheersbeestjes.

Afb. 3 Een voedselweb.



PRODUCENTEN

Elke voedselketen begint met een plant. Planten maken voedsel voor mensen en dieren door fotosynthese. Daarom noem je planten **producenten**. Planten produceren voedsel doordat in de bladgroenkorrels fotosynthese plaatsvindt. Bij fotosynthese maken planten glucose.

Voor fotosynthese heeft een plant drie dingen nodig: water, licht (energie) en koolstofdioxide. Planten nemen water op uit de grond met hun wortels. Energie komt uit zonlicht. **Koolstofdioxide** is een gas in de lucht. Planten nemen koolstofdioxide op uit de lucht met hun bladeren.
Bladgroenkorrels gebruiken de energie uit zonlicht om water en koolstofdioxide om te zetten in glucose. Bij fotosynthese ontstaat ook zuurstof. Je kunt de fotosynthese weergeven in een vergelijking:

water + koolstofdioxide + licht → glucose + zuurstof

In glucose zit veel energie. Met behulp van die energie maakt een plant van glucose weer allerlei andere stoffen. Bijvoorbeeld de stoffen waaruit de plant bestaat. Daarvoor heeft de plant **mineralen** uit de bodem nodig. Mineralen zijn voedingsstoffen voor een plant. Ook de stoffen waaruit de plant bestaat, bevatten veel energie.

CONSUMENTEN

Dieren eten (consumeren) de energierijke stoffen die door planten zijn gemaakt. Dieren noem je daarom **consumenten.** Dieren vind je in de tweede en volgende schakels van een voedselketen.
Dieren in de tweede schakel zijn planteneters. De dieren in de derde en volgende schakels zijn vleeseters. Alleseters kunnen voorkomen in de tweede schakel of hoger. In een voedselketen worden de producenten gegeten door **consumenten van de eerste orde.** Zij worden op hun beurt gegeten door **consumenten van de tweede orde,** enzovoort.

Niet alle planten en dieren worden gegeten. Ze kunnen ook gewoon doodgaan. De dode resten van planten en dieren worden dan als voedsel gebruikt door **afvaleters** (zie afbeelding 4). Afvaleters horen niet bij een voedselweb, want de schakels van een voedselketen bestaan alleen uit levende organismen.

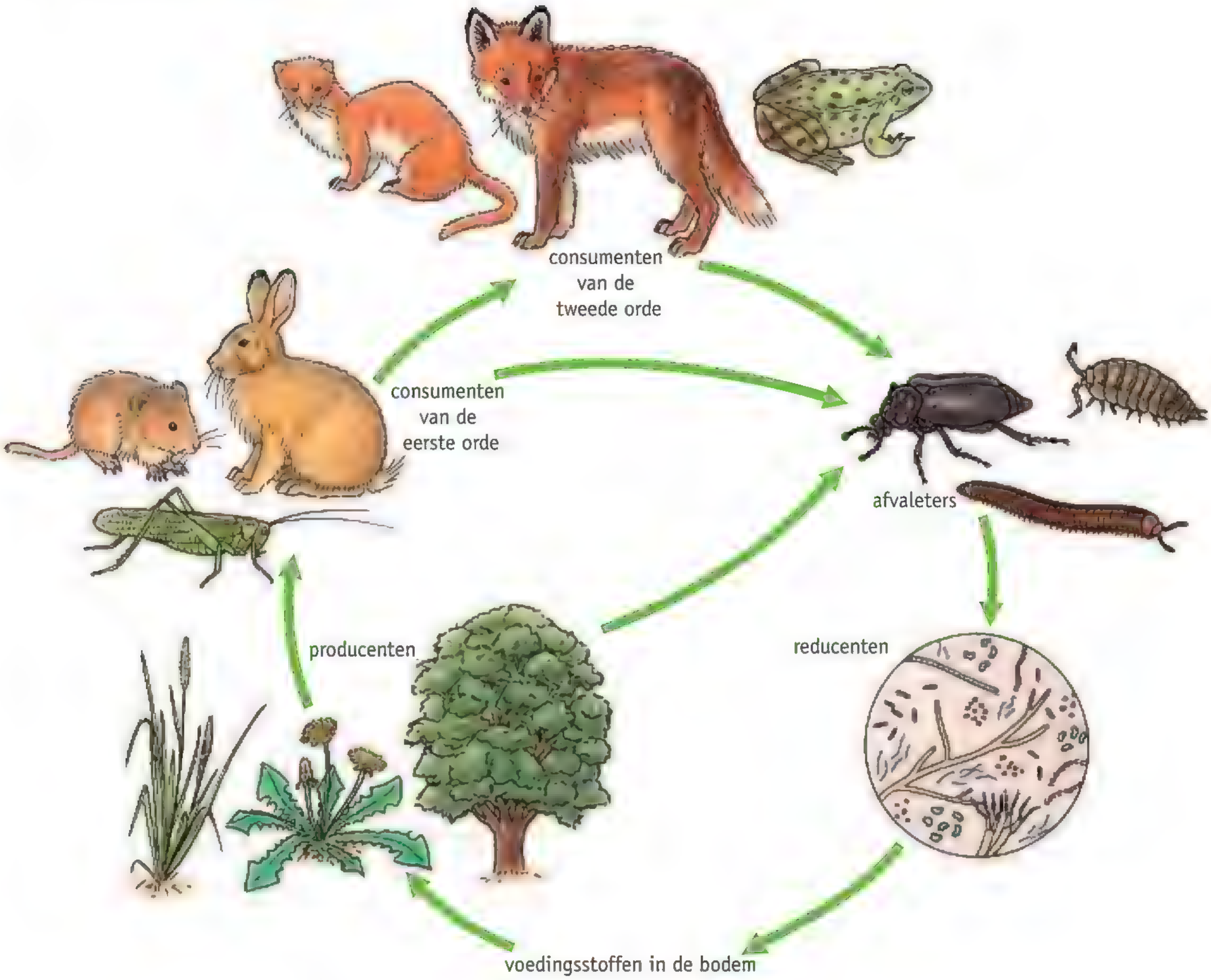
Afb. 4 Afvaleters.

REDUCENTEN

De resten die de afvaleters achterlaten, worden verder afgebroken door bacteriën en schimmels. Een ander woord voor afbreken is reduceren. Je noemt bacteriën en schimmels daarom **reducenten.**
Reducenten breken de dode resten van organismen af. Sommige stoffen nemen ze op als voedsel. Andere stoffen geven ze af aan de lucht en aan de bodem. Dit zijn koolstofdioxide, mineralen (voedingsstoffen voor planten) en water.

Planten nemen deze stoffen weer op. Planten gebruiken koolstofdioxide en water bij de fotosynthese. De mineralen gebruiken ze om van glucose weer andere stoffen te maken. Zo worden de stoffen in de natuur steeds opnieuw gebruikt. Stoffen van planten komen via dieren, afvaleters en reducenten uiteindelijk weer bij planten terecht. In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door. Dit zie je in afbeelding 5.

Afb. 5 De kringloop van stoffen.



WEL EN NIET AFBREEKBAAR

Reducenten breken de dode resten van planten en dieren af. Deze dode resten zijn **biologisch afbreekbaar.** Ook sommige soorten afval zijn biologisch afbreekbaar, bijvoorbeeld eierschalen, broodkorsten en papier (zie afbeelding 6.1). Eierschalen zijn afkomstig van dieren, brood is gemaakt van graan en papier is gemaakt van hout. Afval van producten die zijn gemaakt van planten of dieren, is biologisch afbreekbaar.
Mensen maken ook producten van glas, metaal en steen. Afval van deze producten noem je **niet-biologisch afbreekbaar** afval. Ook kunststof (plastic) is meestal niet biologisch afbreekbaar (zie afbeelding 6.2). Reducenten kunnen dit afval niet afbreken.

Afb. 6 Afval.

1 biologisch afbreekbaar

2 niet biologisch afbreekbaar

KENNIS

1 In afbeelding 7 zie je een voedselketen.

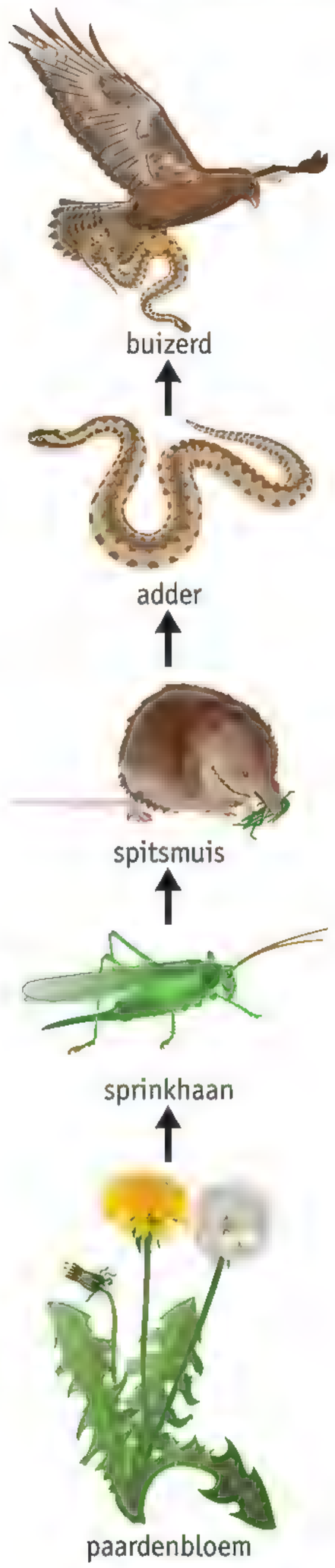
a Geef voor elk dier aan of het in deze voedselketen een planteneter of een vleeseter is.

- adder *planteneter / vleeseter*
- buizerd *planteneter / vleeseter*
- spitsmuis *planteneter / vleeseter*
- sprinkhaan *planteneter / vleeseter*

b Kies de juiste woorden.

- Alle dieren in deze voedselketen zijn *consumenten / producenten*.
- De spitsmuis is een *consument / producent* van de *eerste / tweede / derde* orde.
- Omdat paardenbloemen zelf voedsel maken, zijn het *consumenten / producenten*.

Afb. 7 Een voedselketen.



2 In afbeelding 8 zie je een vliegenzwam.
Welke rol heeft de vliegenzwam in de kringloop van stoffen?

- ○ A afvaleter
- ○ B consument
- ○ C producent
- ○ D reducent

Afb. 8 Vliegenzwam.

In afbeelding 3 is een voedselweb afgebeeld. In dit voedselweb kun je verschillende voedselketens onderscheiden.

a Maak met behulp van de afbeelding twee voedselketens van drie schakels.

..... → ..... → .....

..... → ..... → .....

b De langste voedselketen in afbeelding 3 bestaat uit zeven schakels.
Maak deze voedselketen af.

lijsterbes → ..... → ..... → .....
→ ..... → ..... → .....

c Welk dier in de afbeelding is een alleseter? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Samenvatting

Leg in je eigen woorden de volgende begrippen uit:

- Voedselketen: .....

.....

.....

- Voedselweb: .....
- Producenten: .....
- Consumenten: .....
- Reducenten: .....
- Fotosynthese: .....

.....

- Biologisch afbreekbaar: .....
- Niet-biologisch afbreekbaar: .....

INZICHT

Lees de tekst 'Plasticsoep' in afbeelding 9.
In afbeelding 10 zie je een voedselweb in de oceaan. In oceanen valt plasticafval uiteen in heel kleine stukjes. Stukjes kleiner dan 5 mm worden microplastics genoemd. Sommige deeltjes zie je alleen met behulp van een microscoop. Garnalen zien microplastics aan voor algen en eten ze op. In de maag van haaien zijn ook microplastics gevonden.

a Leg uit hoe microplastics terechtkomen in de maag van haaien.

.....

.....

.....

.....

b Welk dier krijgt meer plastic in zijn lichaam: een garnaal of een vis? Leg je antwoord uit.

.....

.....

c Onderzoekers hebben ook microplastics gevonden in de ontlasting van mensen.
Leg uit hoe microplastics in onze ontlasting komen.

.....

.....

Afb. 9

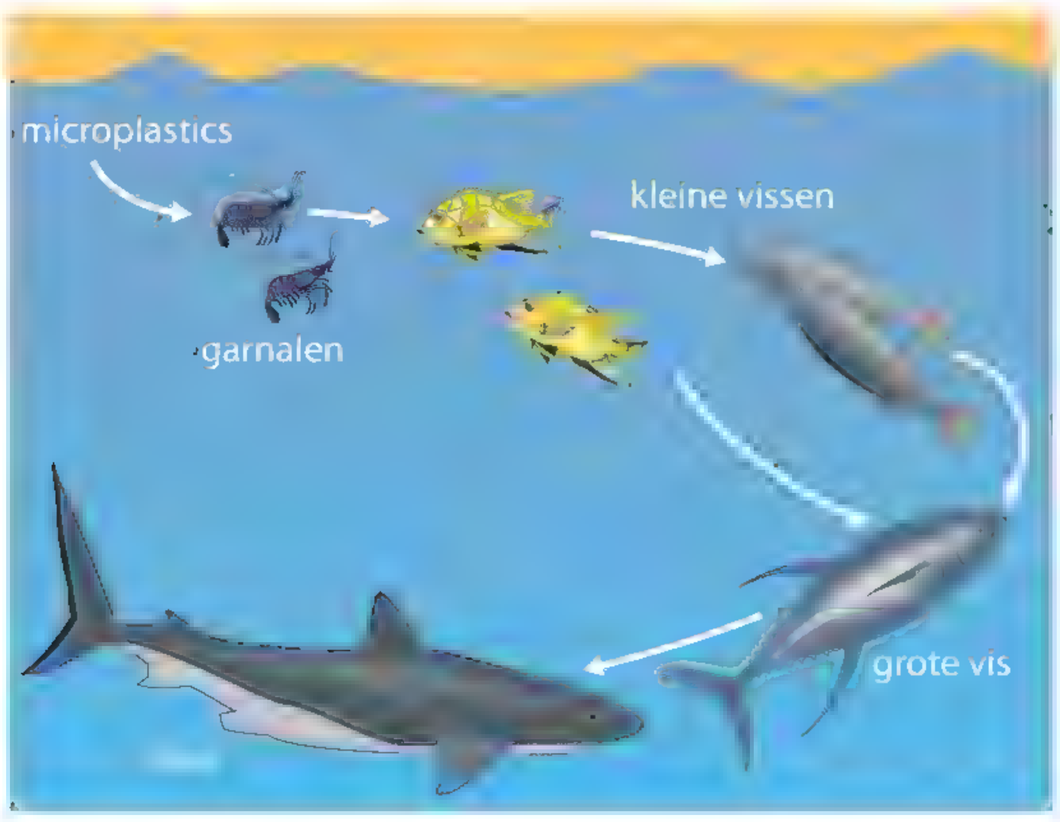
Plasticsoep

Jaarlijks komt enorm veel plastic in zee terecht (zie foto 1): wel vijf tot twaalf miljoen ton. Een ton is duizend kilogram. Het plastic kan niet worden afgebroken. Sommige plastics verbrokkelen tot kleinere stukjes (zie foto 2).
Het plastic in zee wordt plasticsoep genoemd. Krabben, vissen en andere dieren denken dat het voedsel is en eten het op. Zo komt het plastic in de voedselketen. Plastic in het lichaam kan schadelijk zijn. Dieren kunnen doodgaan als hun maag vol plastic zit.

1 plasticsoep

2 Eén kilogram Noordzeestrand bevat zo'n 150 deeltjes plastic.

Afb. 10 Voedselweb.

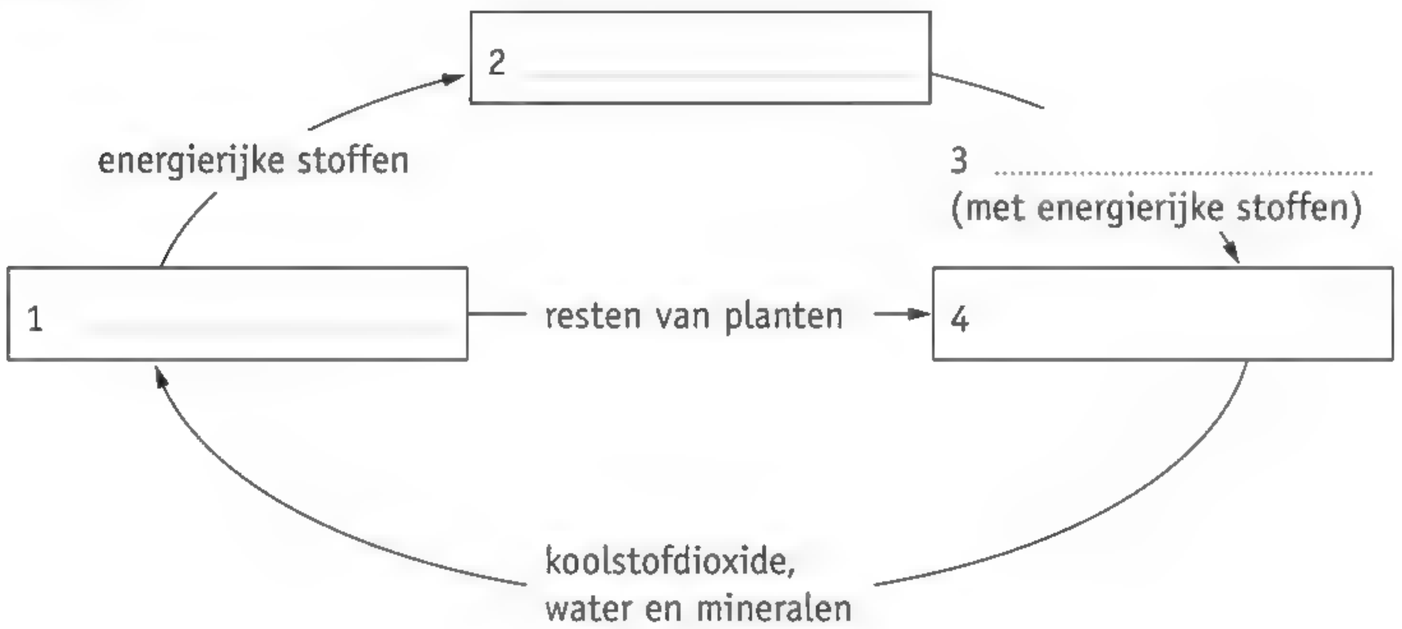


Welk afval is biologisch afbreekbaar?

- ☐ A aardappelschillen
- ☐ B gebroken geodriehoek
- ☐ C glasscherven
- ☐ D leeg frisdrankblikje
- ☐ E oud brood
- ☐ F plastic beker
- ☐ G stuk hout

Op een ecologische boerderij wordt rekening gehouden met de kringloop van stoffen. Er wordt mais verbouwd als voer voor de koeien. De mest van de koeien wordt op het land gebracht. Op het bemeste land groeit volgend jaar weer mais. Zo is de kringloop rond.
In afbeelding 11 is deze kringloop schematisch getekend.
Zet de namen bij de genummerde stappen van de kringloop. Gebruik daarbij: *mais – mest – reducenten – vee*.

Afb. 11



In afbeelding 12 zie je een nest van eikenprocessierupsen.
Deze rupsen voeden zich met de bladeren van de eikenboom. Sluipwespen en sluipvliegen leggen hun eitjes in de eikenprocessierupsen. De larven van deze insecten eten de rupsen van binnenuit op. De natuurlijke vijanden van sluipwespen en sluipvliegen zijn vogels, zoals vliegenvangers en zwaluwen.

a Teken een voedselweb waarin je deze voedselrelaties weergeeft.

b Sluipwespen en sluipvliegen leven tussen de planten die onder de eikenbomen groeien.
In de bebouwde kom worden de planten onder de eikenbomen vaak weggemaaid.
Leg uit welke invloed dat heeft op het aantal eikenprocessierupsen.

.....

.....

c Op eikenbomen worden vaak nestkastjes opgehangen voor koolmezen. Koolmezen eten geen sluipwespen en sluipvliegen.
Leg uit hoe de nestkastjes op twee manieren helpen bij de bestrijding van de eikenprocessierups.

.....

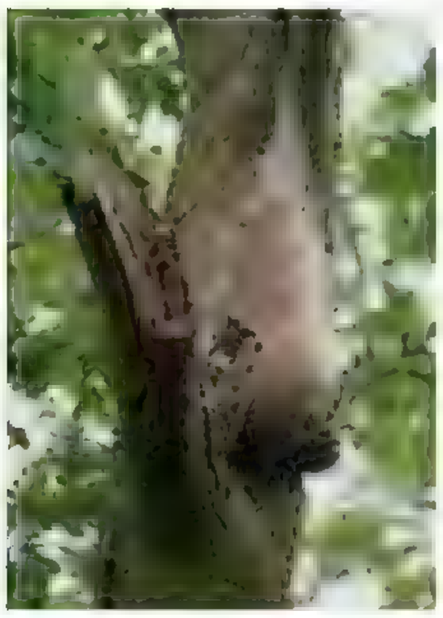
.....

.....

.....

.....

Afb. 12



Met biologisch afbreekbaar afval kun je compost maken. Als je een compostvat vult met biologisch afbreekbaar afval, dan wordt dit omgezet in compost. Zo kun je elk jaar zelfgemaakte compost geven aan planten in de tuin of op het balkon. Die nemen de voedingsstoffen uit de compost op via hun wortels.
In tabel 1 zie je hoelang het duurt totdat afval in de natuur is afgebroken.
Leg met behulp van de tabel uit waardoor een appelklokhuis veel geschikter is om compost van te maken dan de schillen van bananen of sinaasappels.

.....

.....

Tabel 1 Afbraaktijden van afval.

Product	Afbraaktijd
Appelklokhuis	14 dagen
Kartonnen drinkbeker	½ jaar
Bananen- of sinaasappelschil	1 tot 3 jaar
Plastic zak	10 tot 20 jaar
Kauwgom	20 tot 25 jaar

SAMENHANG leefwereld

WADDENZEE WERELDERFGOED

Het Waddengebied is sinds 2009 werelderfgoed. Dat betekent dat het Waddengebied een onvervangbaar en uniek gebied is. Het is net zo bijzonder als de Grand Canyon in de Verenigde Staten of het Great Barrier Reef in Australië. Over de hele wereld zijn er maar 176 natuurgebieden die werelderfgoed zijn. En het Waddengebied is er daar één van.

Het Waddengebied is het grootste wetland op aarde. Het gebied strekt zich uit van Nederland tot Denemarken en heeft een oppervlakte van tienduizend vierkante kilometer (10 000 km²). In een wetland is veel stroming door eb en vloed. Op sommige plaatsen is die stroming sterk, op andere zwak. Door eb en vloed zijn er veel plaatsen die regelmatig droogvallen. Doordat het water ondiep is, kan de temperatuur snel veranderen. Planten en dieren moeten zich voortdurend aanpassen aan andere omstandigheden. Alleen de best aangepaste planten en dieren overleven in het Waddengebied.

In het Waddengebied leven veel verschillende planten- en diersoorten. Daardoor is het een soort 'wegrestaurant' voor trekvogels. Op weg van het hoge noorden naar het zonnige zuiden stoppen per jaar zo'n tien miljoen trekvogels in het Waddengebied om voedsel te verzamelen.

Ook veel toeristen bezoeken het Waddengebied, bijvoorbeeld om te wadlopen (zie afbeelding 13). Iets voor jou?

Afb. 13 Wadlopen in het Waddengebied.

9 Lees de tekst 'Waddenzee werelderfgoed'.
In de tekst worden enkele factoren genoemd uit het ecosysteem.

a Zijn deze factoren biotisch of abiotisch?
- stroming *biotisch / abiotisch*
- temperatuur *biotisch / abiotisch*
- trekvogels *biotisch / abiotisch*
- voedsel *biotisch / abiotisch*

b Afbeelding 14 is een schematische tekening van een voedselweb uit de Waddenzee.
Zoek de voedselketen waarin de zeehond consument van de *vierde* orde is.

..... → ..... → ..... →

..... → .....

c Volgens afbeelding 14 eten platvissen uitsluitend mosselen. Toch kunnen platvissen uit dit voedselweb zowel consument van de tweede als consument van de derde orde zijn.
Leg uit hoe dit mogelijk is.

.....

.....

.....

.....

d Scholeksters overwinteren in het Waddengebied. Scholeksters eten mosselen.
Mosselen worden ook uit het water gehaald door beroepsvissers.
Leg uit hoe hierdoor een biotische factor voor de scholeksters verandert.

.....

.....

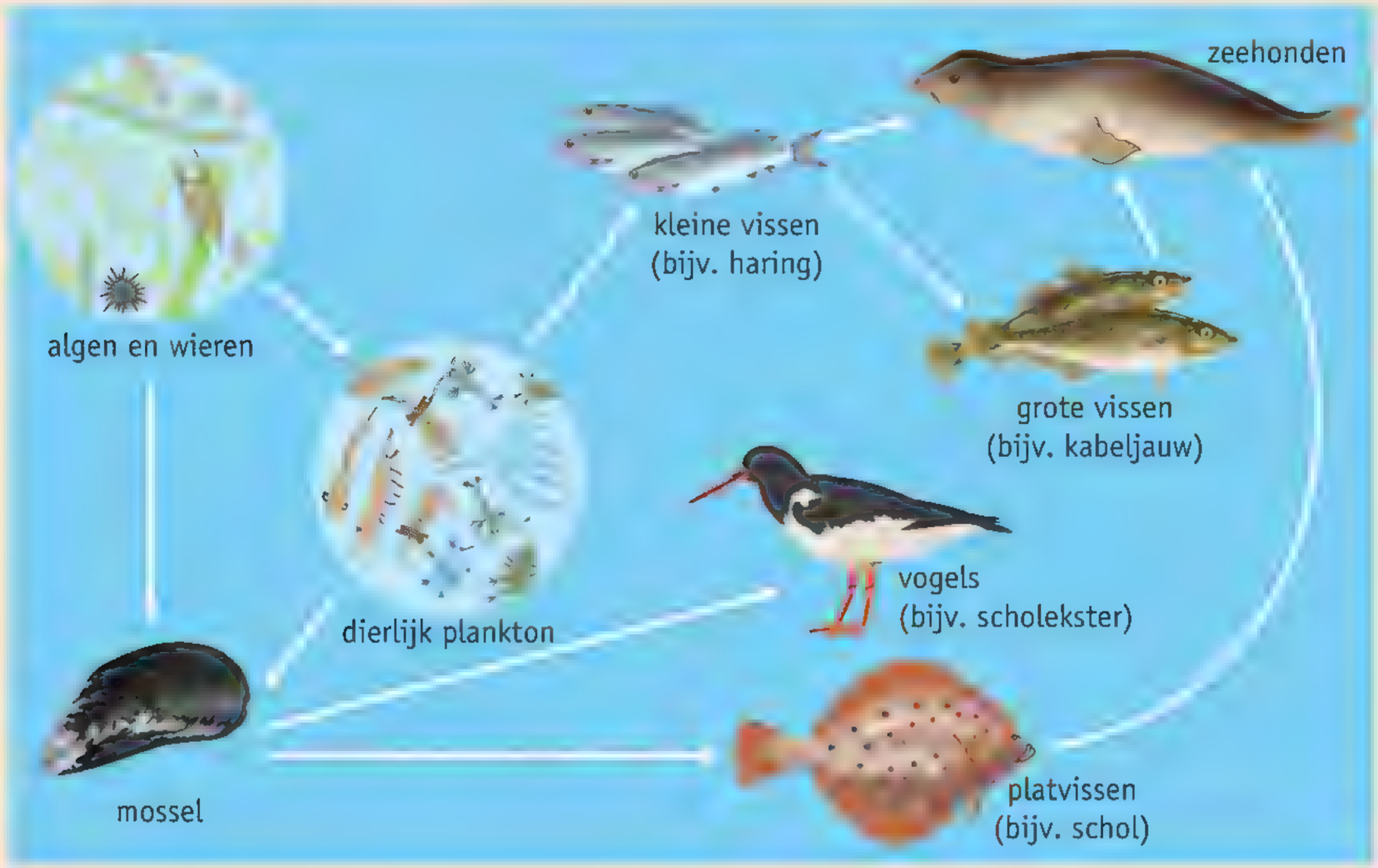
e Elke voedselketen uit afbeelding 14 begint met algen en wieren.
Waar komen meer algen en wieren voor: op de bodem van de Waddenzee of op de bodem van de Noordzee? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Afb. 14 Voedselweb Waddenzee.



Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

3 Samenleven

LEERDOELEN

6 Je kunt uitleggen wat een biologisch evenwicht is.
7 Je kunt uitleggen hoe soorten afhankelijk zijn van elkaar voor voedsel, een schuilplaats en voortplanting.

De populaties in een ecosysteem zijn niet steeds even groot. Dat komt doordat de omstandigheden soms gunstig zijn en soms ongunstig.

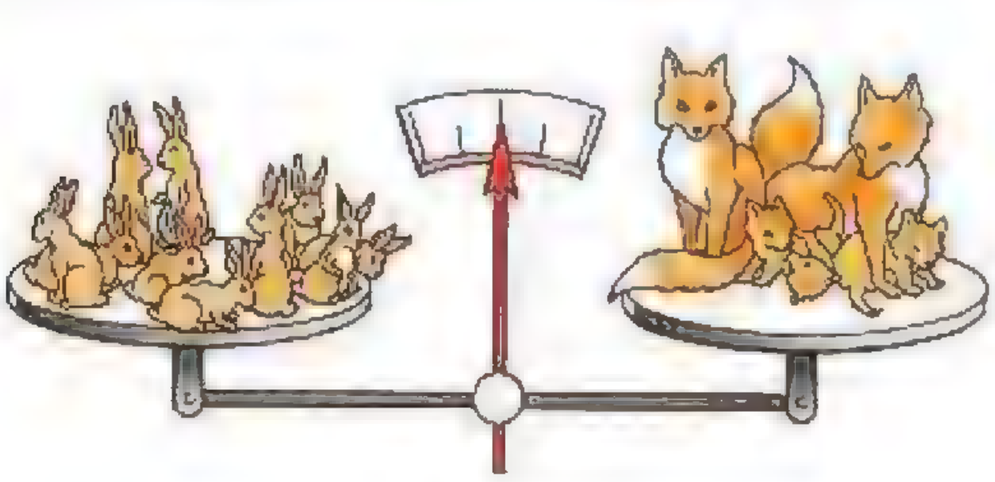
POPULATIEGROOTTE

De **populatiegrootte** is het aantal organismen in een populatie. De populatiegrootte hangt af van de invloeden uit de omgeving, dus van biotische en abiotische factoren. Als er voldoende voedsel is en er maar weinig vijanden (roofdieren) zijn, kunnen de konijnen in een bos zich goed voortplanten. De populatie konijnen wordt dan groter. Maar de omstandigheden kunnen ook ongunstig zijn, bijvoorbeeld als er weinig te eten is. Er sterven dan meer individuen dan er geboren worden. Daardoor wordt een populatie kleiner.

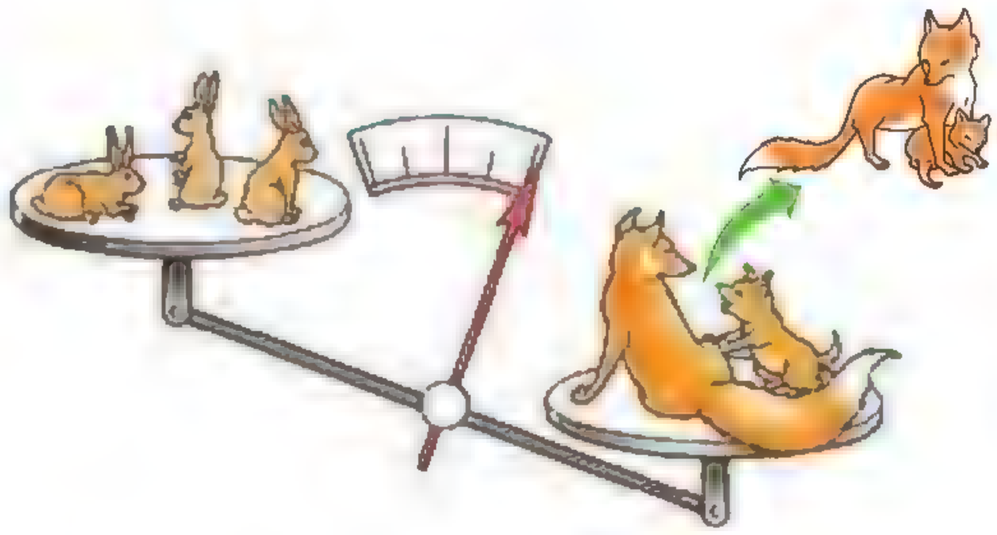
EVENWICHT

In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. Bij de meeste populaties schommelt de populatiegrootte door de jaren heen rondom een evenwichtswaarde. Dat noem je een **biologisch evenwicht.** In afbeelding 1 zie je het biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen.

Afb. 1 Biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen.

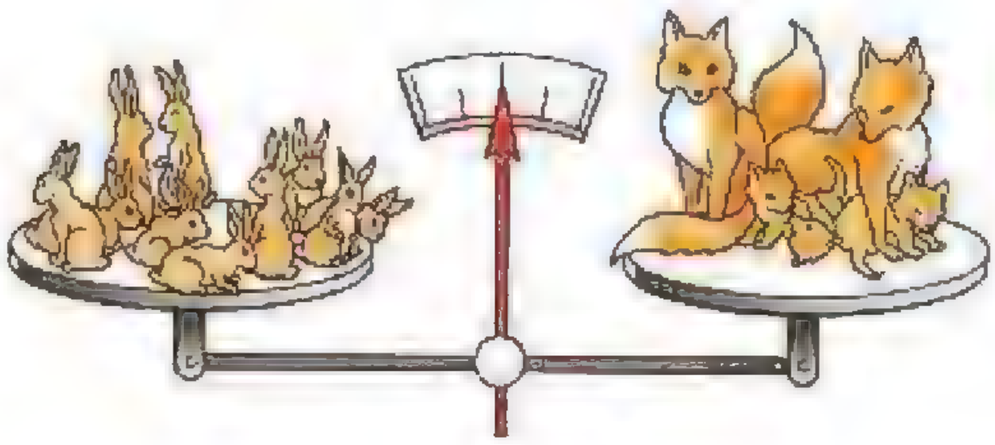


1e jaar: normaal weer: evenwicht



2e jaar:
- gras groeit slecht door lage temperatuur en droogte
- konijnen sterven door voedselgebrek
- vossen trekken weg naar andere ecosystemen
- de vossen die blijven, krijgen weinig jongen

3e jaar:
- gras groeit snel door warm en vochtig weer
- konijnen krijgen veel jongen
- vossen trekken het ecosysteem binnen



4e jaar: normaal weer: evenwicht

SAMENLEVEN

Binnen een populatie heeft elk individu relaties met soortgenoten. Konijnen leven bijvoorbeeld samen in een hol en krijgen samen jongen. Of ze vechten met elkaar om voedsel. Ook dat is een relatie.
Een relatie kan gericht zijn op **concurrentie** (competitie) of op **samenwerking**.
Concurrentie is bijvoorbeeld strijden om voedsel, een partner of een veilige plek.
Samenwerking is bijvoorbeeld een troep leeuwen die samen jagen op een prooi (zie afbeelding 2).

Afb. 2 Samenwerking bij leeuwen.

RELATIES BINNEN EEN POPULATIE

Bij dieren die in groepen leven, zie je vaak een **rangorde**. Eén dier is de baas, bijvoorbeeld het oudste vrouwtje bij een kudde olifanten. Doordat iedere olifant zijn plek weet, zijn er minder gevechten. Ook het hebben van een territorium vermindert de kans op gevechten. Een **territorium** is een gebied dat wordt verdedigd tegen soortgenoten. Een territorium kan dienen als jachtgebied, maar ook als ruimte voor het grootbrengen van de jongen.

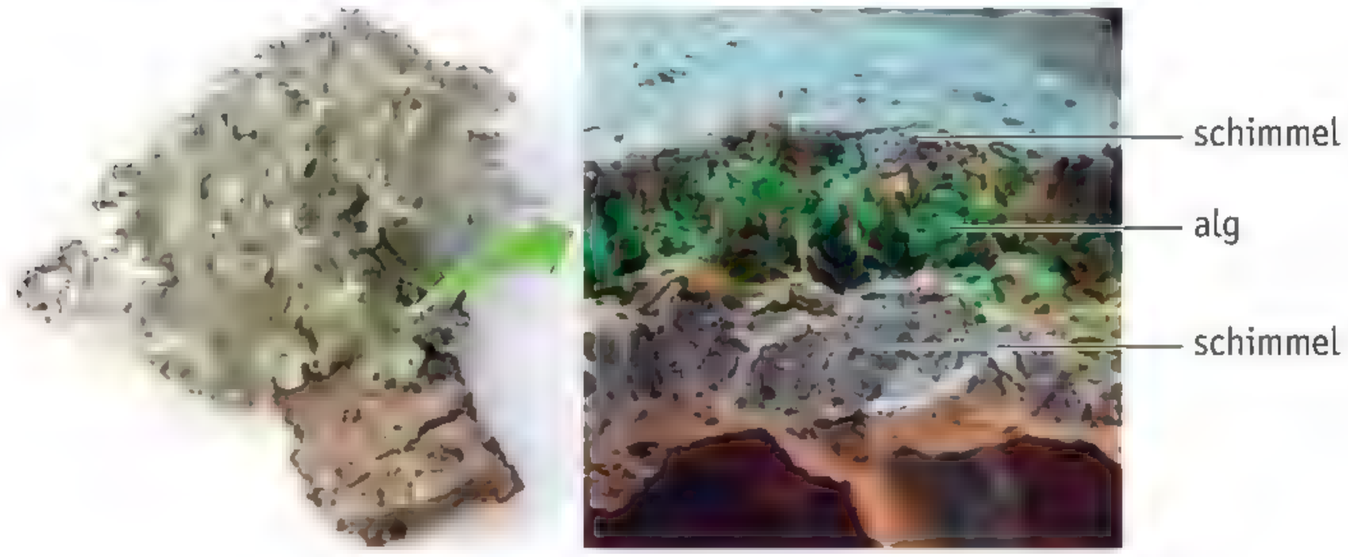
Individuen van een soort moeten samenwerken om zich voort te planten. Er is dan **paarvorming** tussen een mannetje en een vrouwtje. Bij sommige soorten vindt ieder jaar opnieuw paarvorming plaats. Maar er zijn ook soorten waarbij een mannetje en een vrouwtje hun hele leven bij elkaar blijven, bijvoorbeeld zwanen (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Een zwanenpaar met kuikens.

RELATIES TUSSEN SOORTEN

Individuen van verschillende soorten kunnen een langdurige relatie met elkaar hebben. Zo'n langdurige samenleving noem je **symbiose.** Een voorbeeld van symbiose is een korstmos (zie afbeelding 4). Hierin leven een schimmel en een alg met elkaar samen. De alg maakt voedsel voor de schimmel door fotosynthese. De schimmel zorgt voor water en een beschutte plek voor de alg.

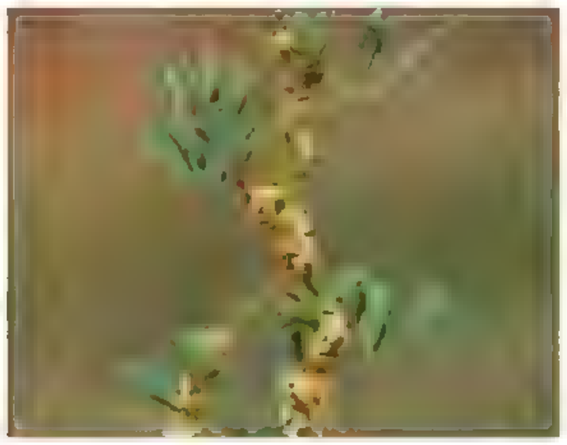
Afb. 4 De bouw van een korstmos.



Een van de individuen kan nadeel hebben van de samenleving. Dat noem je **parasitisme.** Hierbij leeft een individu, de **parasiet**, op of in een individu van een andere soort, de **gastheer.** Parasieten kunnen dieren, planten of schimmels zijn (zie afbeelding 5).

Afb. 5 Voorbeelden van parasitisme.

1 Teek. Dit insect voedt zich met bloed van dieren en mensen.



2 Warkruid. Deze plant heeft zelf geen bladgroen. Hij haalt voedsel uit zijn gastheer.

3 Mierenschimmel. Deze 'zombieschimmel' eet mieren van binnenuit langzaam op.

KENNIS

a Wanneer is er in een ecosysteem biologisch evenwicht?

.....

.....

b In een duingebied leeft een populatie konijnen. In het duingebied kunnen de leefomstandigheden veranderen. Daardoor kan het aantal konijnen toenemen of afnemen.

- Als het aantal roofdieren afneemt, zal de populatiegrootte *afnemen / toenemen.*
- Als er een ernstige besmettelijke ziekte uitbreekt, zal de populatiegrootte *afnemen / toenemen.*
- Als er een dik pak sneeuw ligt, zal de populatiegrootte *afnemen / toenemen.*
- Als er veel voedsel te vinden is, zal de populatiegrootte *afnemen / toenemen.*

Welk begrip hoort bij de omschrijving?

A	een gebied verdedigen tegen soortgenoten	○	○ 1 paarvorming
B	ieder individu kent zijn plek in de groep	○	○ 2 rangorde
C	samenwerken voor voortplanting	○	○ 3 territorium

Hier staan vier voorbeelden van relaties tussen organismen.
Welke relatie is een voorbeeld van parasitisme?

○ A Een mug zuigt bloed op en vliegt daarna direct weg.
○ B Een schimmel en een alg vormen samen een korstmos.
○ C Hoofdluizen leven tussen hoofdharen en zuigen daar bloed op.
○ D Op de stam en de takken van een boom groeit mos.

De gele bremraap is een plant zonder bladgroen (zie afbeelding 6). De plant is een parasiet en haalt voedsel uit de wortels van planten die in de omgeving staan.

a Leg uit hoe andere planten nadeel hebben van de gele bremraap.

.....

.....

.....

b Leg uit waarom planten zonder bladgroen leven als parasiet.

.....

.....

Afb. 6 Gele bremraap.

5

Samenvatting

Afbeelding 7 laat het biologisch evenwicht tussen muizen en uilen zien. In het tweede jaar zijn er minder muizen.

- Maak de afbeelding af en laat zien hoe het aantal muizen en uilen verandert.
- Maak onder de afbeelding je eigen samenvatting van de basisstof.

Afb. 7 Biologisch evenwicht.

1 eerste jaar: evenwicht

2 tweede jaar: .....

3 derde jaar: .....

Samenleven

Relaties binnen een populatie

Relaties tussen soorten

INZICHT

Wespen jagen op andere insecten, zoals vliegen en muggen. In het voorjaar van 2014 regende het bijzonder veel. Daardoor verdwenen veel wespennesten. Veel vliegende wespen spoelden weg door de regen. Als gevolg daarvan kregen de larven in de nesten niet genoeg voedsel. De larven stierven door voedselgebrek.

a Leg uit welk gevolg dit had voor het aantal muggen in 2014.

.....

.....

b Leg uit of er in 2014 wel of geen biologisch evenwicht was tussen muggen en wespen.

.....

.....

Bruine hyena's leven in Afrika in kleine groepen. Zo'n groep bestaat uit enkele volwassen mannetjes en vrouwtjes met hun jongen. De dieren eten resten van prooien die andere roofdieren achterlaten. Als een groep hyena's voedsel vindt, dan eten de vrouwtjes met de hoogste rang het eerst. De vrouwtjes met de laagste rang eten de restjes die overblijven.

a Leg uit dat er bij het eten sprake is van concurrentie.

.....

.....

b Leg uit dat er bij het eten sprake is van samenwerking.

.....

.....

c Welke jongen hebben de grootste kans om te overleven: de jongen van een vrouwtje met een hoge rang of de jongen van een vrouwtje met een lage rang? Leg je antwoord uit.

.....

.....

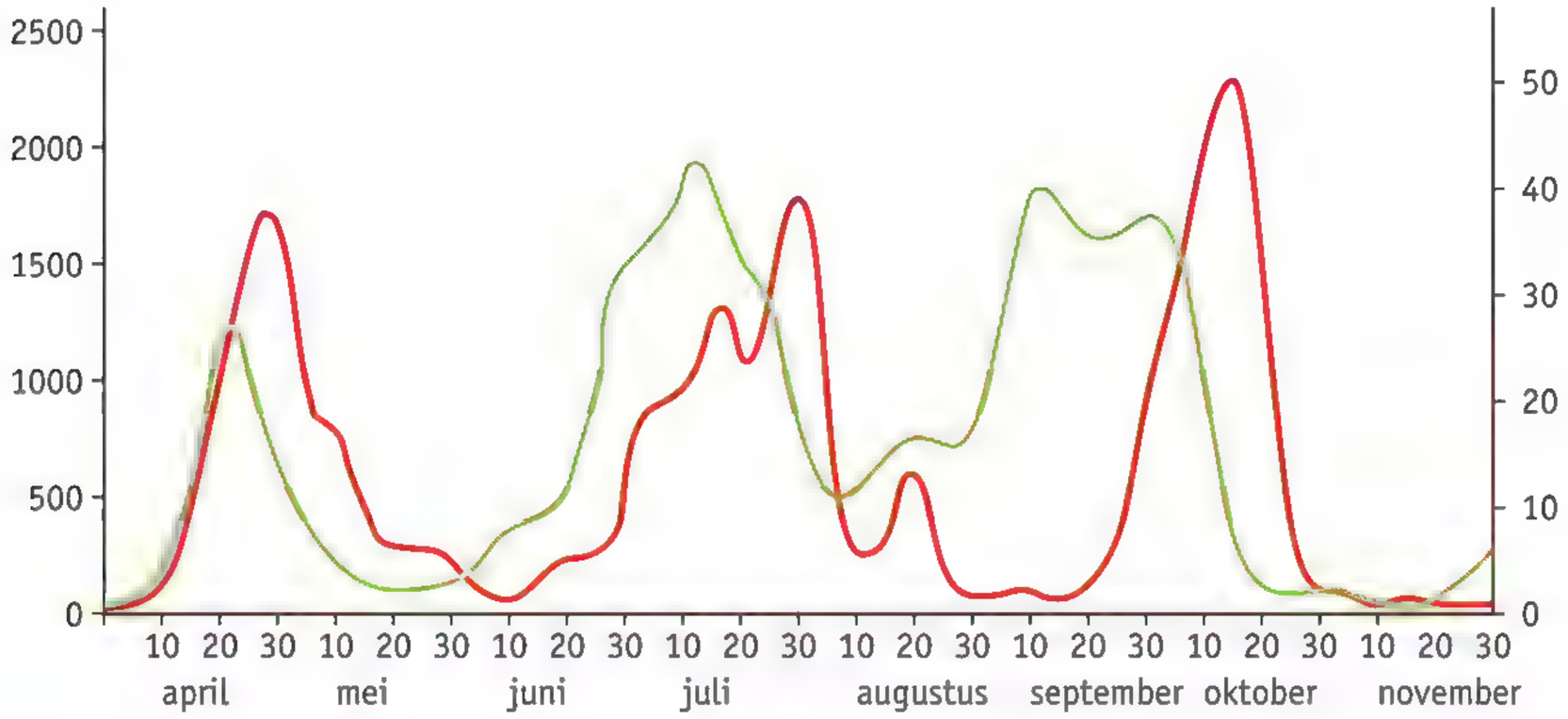
.....

Afb. 8 Een bruine hyena.

Lieveheersbeestjes zitten op planten. Daar leven ze van bladluizen. Afbeelding 9 is een grafiek van het aantal lieveheersbeestjes en het aantal bladluizen in de periode van april tot november.

- Het aantal bladluizen wordt aangegeven met de *groene* / *rode* lijn.
- Het aantal lieveheersbeestjes wordt aangegeven met de *groene* / *rode* lijn.

Afb. 9 Aantal lieveheersbeestjes en bladluizen.



SAMENHANG leefwereld

SAMENLEVEN MET SPINNEN

Afb. 10 Spin in huis.

Gemiddeld leven in een schoon huis zo'n 1500 spinnen. Vooral in het najaar loop je een grote kans er één tegen te komen. De volwassen mannetjes gaan dan op zoek naar vrouwtjes om te paren. Ze komen uit hun schuilplaatsen en lopen door het huis.

Spinnen vangen insecten, zoals vliegen en muggen. Insecten leven vooral op plaatsen waar je niet zo vaak komt, zoals de zolder, een ruimte achter een kast of in de buurt van een afvalbak. Sommige mensen denken dat ze spinnen kunnen bestrijden door spinnenwebben stuk te maken. Dat klopt niet, want spinnen maken gewoon een nest op dezelfde plek. Als je een web heel vaak stukmaakt, verhuist de spin gewoon naar een andere plek in je huis.

Spinnen hebben verschillende vijanden. Voor allerlei soorten vogels, wespen en sluipwespen is een spin een aantrekkelijke prooi. Vogels en wespen eten volwassen spinnen op. Sluipwespen verdoven een spin en leggen er eitjes in. Uit die eitjes komen larven die de spin van binnenuit opeten.

Lees de tekst 'Samenleven met spinnen'.

a Een spin komt in verschillende voedselketens voor.
Maak een deel van zo'n voedselketen.

.....

.....

.....

.....

b Bij vraag a kon je geen volledige voedselketen maken.
Leg uit waarom niet.

.....

.....

c Nieuwbouwwijken worden vaak in weilanden gebouwd. In zo'n nieuwe wijk is nog weinig begroeiing en er zijn weinig vogels en insecten.
Leg uit waardoor er in een nieuwbouwwijk vaak veel spinnen zijn.

.....

.....

d Hebben de bewoners van nieuwbouwhuizen veel of weinig last van muggen? Leg je antwoord uit.

.....

.....

e Je kunt spinnen bestrijden met een mengsel van azijn en water. Als je dat mengsel met een plantenspuit in hoeken en gaten spuit, gaan veel spinnen dood.
Leg uit waarom het aantal spinnen na enige tijd toch weer zal toenemen.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

4 Natuurbeheer

LEERDOELEN

8 Je kunt manieren noemen waarop de mens afhankelijk is van het milieu.
9 Je kunt manieren noemen waarop mensen in Nederland de natuur beheren.

- Leren onderzoeken 2
- Practicum 2

Sommige mensen zeggen dat er in Nederland geen echte natuur meer is. Overal zie je de invloed van mensen. Veel mensen willen de natuur beschermen.

DE MENS EN ZIJN OMGEVING

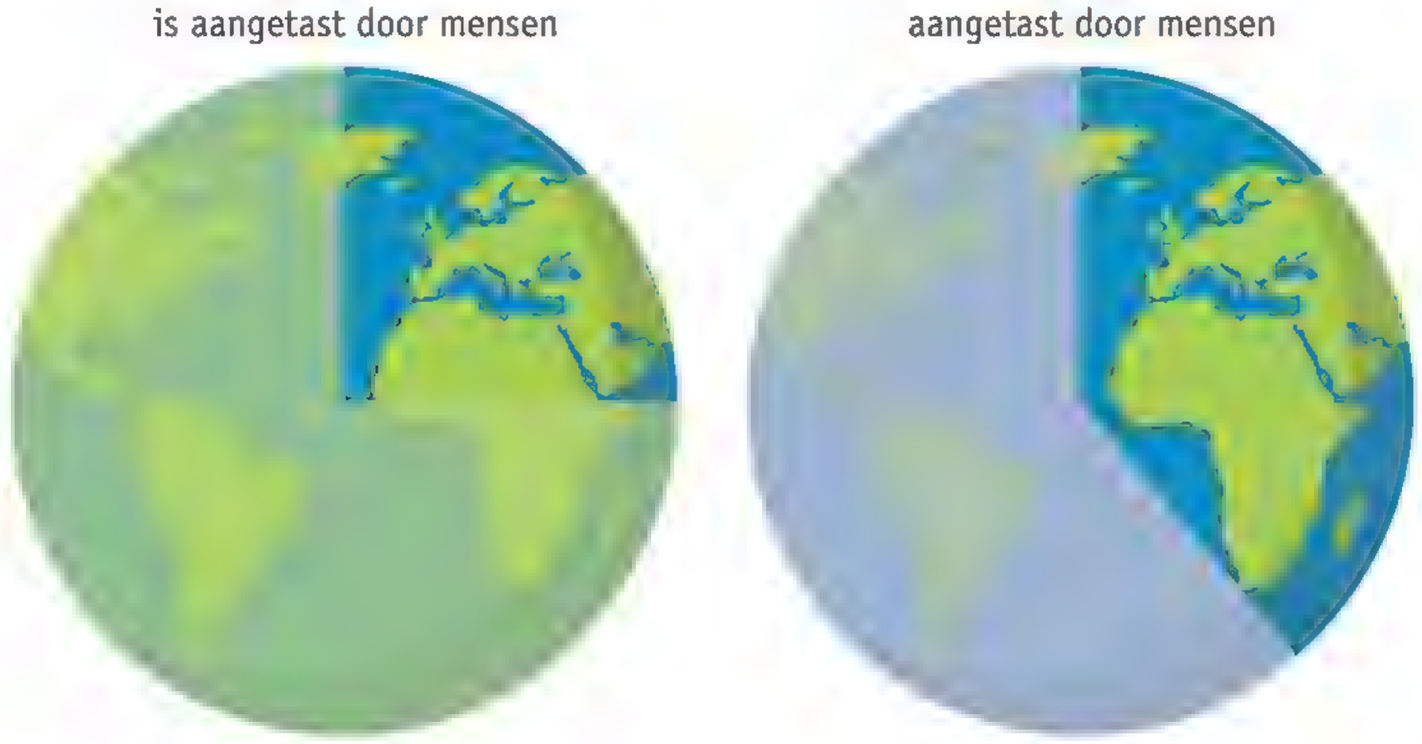
Mensen zijn afhankelijk van hun omgeving (zie afbeelding 1). Mensen halen voedsel, water, zuurstof, grondstoffen en energie uit het milieu, en ze gebruiken de natuur voor recreatie.

Afb. 1 De mens is afhankelijk van zijn omgeving.

BIODIVERSITEIT

Overal op aarde gebruiken mensen veel grond en veel water, bijvoorbeeld voor landbouw, veeteelt, visserij, huizenbouw, transport en de winning van grondstoffen. Het grootste deel van het landoppervlak op aarde is daardoor veranderd door mensen. Bijna alle oceanen en zeeën worden beïnvloed door mensen (zie afbeelding 2). Ruim een derde van het landoppervlak op aarde is in gebruik voor landbouw en veeteelt. Ook in Nederland wordt de meeste grond gebruikt voor landbouw.

Afb. 2 Invloed van de mens.



Bron: IPBES Global assessment report on biodiversity and ecosystem services, Summary for policymakers, 2019.

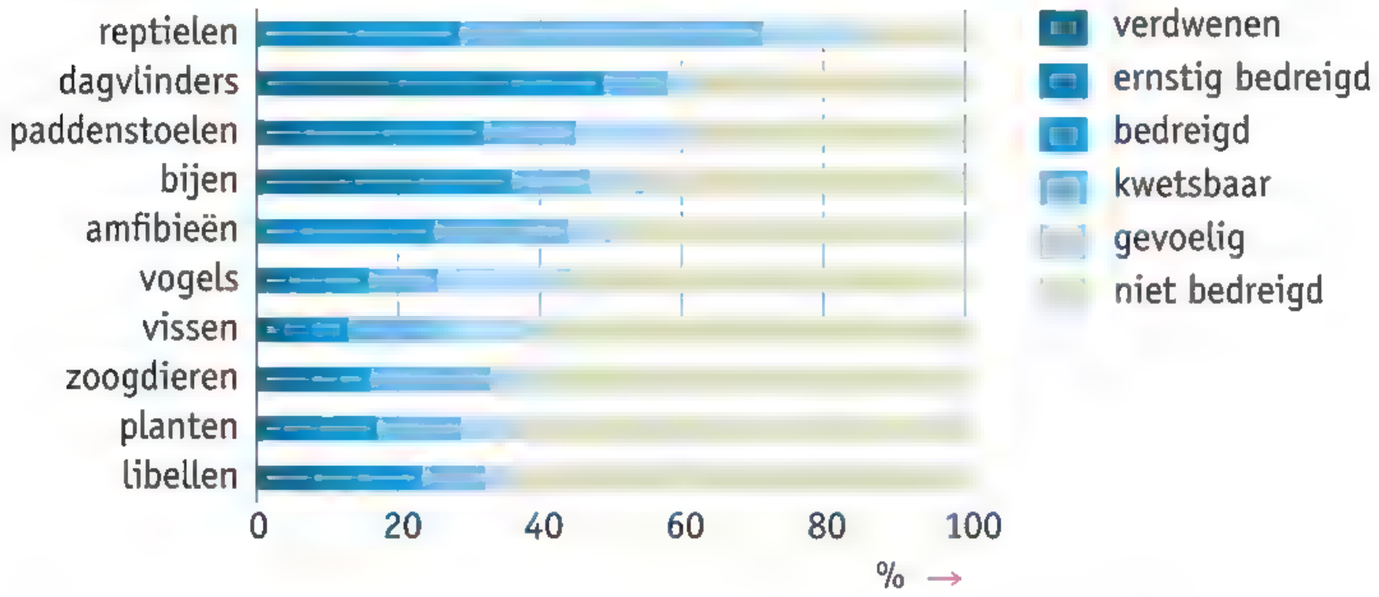
Doordat mensen zoveel land en water gebruiken, worden de leefgebieden van dieren en planten kleiner. Soms verdwijnen deze leefgebieden zelfs helemaal. De dieren en planten raken dan hun leefgebied kwijt. Een aantal soorten is daardoor **bedreigd.** Dat betekent dat individuen van die soort moeite hebben om in leven te blijven en zich voort te planten. Uiteindelijk kan een soort daardoor **uitsterven** (helemaal verdwijnen).

Wereldwijd neemt het aantal verschillende ecosystemen af. Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt. De variatie aan soorten in de natuur noem je de **biodiversiteit.** Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit dus af.
De afname van de biodiversiteit is een bedreiging voor de mens, want mensen hebben de natuur nodig om te overleven. We gebruiken de natuur bijvoorbeeld om voedsel en medicijnen te maken.

HERINTRODUCTIE

Ook in Nederland worden veel soorten planten en dieren bedreigd (zie afbeelding 3). Met maatregelen wordt geprobeerd om de bedreigde soorten weer in aantal te laten toenemen. Zo'n maatregel is bijvoorbeeld **herintroductie**. Dat is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.
Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld erg slecht in Nederland. Daarom werd een project gestart om het aantal ooievaars te vergroten. Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers, otters, wisenten (Europese bizon) en steuren (een vissoort).
De meeste maatregelen hebben succes. De ooievaar staat niet meer op de lijst van bedreigde vogelsoorten. Ook het aantal bevers in Nederland is gegroeid.

Afb. 3 Bedreigde soorten in Nederland (2019).

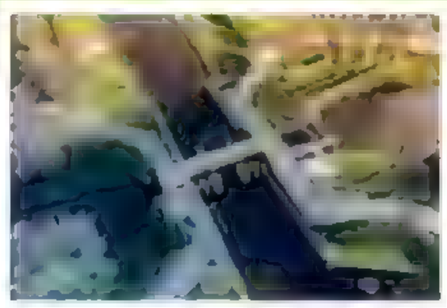


Bron: Soortenorganisaties, WUR, Compendium voor de Leefomgeving.

NATUURBEHEER

Veel mensen proberen de natuur in Nederland te behouden, te beschermen en te herstellen. De maatregelen die daarvoor nodig zijn, noem je **natuurbeheer**. Een voorbeeld van natuurbeheer is het aanleggen van doorgangen voor wilde dieren. Daardoor kunnen ze van het ene naar het andere natuurgebied gaan. In afbeelding 4 zie je meer voorbeelden van natuurbeheer in Nederland.

Afb. 4 Maatregelen bij natuurbeheer.

Agrarisch natuurbeheer	Bosbeheer
 akkerrand met bloemen	 Schotse Hooglanders in het bos bij Dorst
Boeren kunnen subsidie krijgen als ze maatregelen nemen om de natuur te beschermen. Maatregelen zijn bijvoorbeeld: • zaaien van bloemen langs akkers, zodat daar insecten kunnen leven; • weilanden later maaien, zodat de nesten van weidevogels niet worden vernield; • minder mest gebruiken, zodat er minder schadelijke stoffen in de grond en het water terechtkomen; • poelen graven waarin amfibieën kunnen leven.	Staatsbosbeheer zorgt voor de bossen in Nederland. Ook Natuurmonumenten is actief in bosgebieden. Nederlandse bossen bestaan uit bomen en open terrein. Op deze open terreinen groeien vaak andere planten en leven soms andere dieren dan in de bossen. Door bomen te kappen, krijgen andere bomen meer ruimte of groeit een heideveld niet dicht. Een andere maatregel bij bosbeheer is dieren inzetten voor begrazing.
Faunabeheer	**Waterbeheer**
 wilde zwijnen	 sluis in het kanaal bij Waalwijk
De fauna zijn alle diersoorten in een gebied. Faunabeheer zijn maatregelen om te zorgen voor gezonde populaties. Een ander doel is het voorkomen van schade door (te) grote populaties. Herintroductie is een voorbeeld van faunabeheer. Een ander voorbeeld is afschot (jacht): • afschot van vossen om weidevogels te beschermen; • afschot van zieke herten om lijden te voorkomen; • afschot van wilde zwijnen om schade aan landbouwgewassen te voorkomen (als dat op een andere manier niet lukt).	Rijkswaterstaat en de Waterschappen beheren het water in Nederland, zoals de rivieren, de kanalen en het grondwater. Voorbeelden van waterbeheer zijn: • verontreiniging van waterbodems opruimen; • doorgangen voor vissen maken in sluizen en dammen; • verbreden van rivieren om de kans op overstroming te verkleinen • oevers minder steil maken zodat water- en oeverplanten beter kunnen groeien; • sluizen op een kier zetten waardoor een natuurlijk overgangsgebied van zeewater en rivierwater ontstaat.

KENNIS

1 Mensen gebruiken de natuur voor recreatie.
Geef vijf andere manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

.....

.....

2 **a** Wat is biodiversiteit?

.....

.....

b In afbeelding 3 staat een overzicht van het aantal bedreigde soorten per soortgroep.
In welke soortgroep komen de meeste bedreigde soorten voor?

- ○ A amfibieën
- ○ B reptielen
- ○ C vissen
- ○ D vogels
- ○ E zoogdieren

3 De otter is weer terug in Nederland.

a Geef nog twee diersoorten die door herintroductie weer terug zijn in Nederland.

.....

b Bij welke vorm van natuurbeheer hoort de herintroductie van de otter?

- ○ A agrarisch natuurbeheer
- ○ B bosbeheer
- ○ C faunabeheer
- ○ D waterbeheer

c Geef een voorbeeld bij elk van de drie andere manieren waarop mensen in Nederland de natuur beheren.

.....

.....

.....

.....

4 **Samenvatting**

Mensen gebruiken het milieu (de natuur) voor .....

.....

Biodiversiteit is .....

Natuurbeheer is .....

- Vier manieren zijn: .....

.....

Herintroductie is .....

.....

INZICHT

Door herintroductie is het aantal ooievaars in Nederland sterk toegenomen. Ooievaars vertrekken in augustus en september naar het zuiden, omdat hier dan minder voedsel is. In februari of maart komen ze weer terug. Ze zoeken dan een nest op een plek waar genoeg voedsel is.
Sommige mensen willen de ooievaars helpen en voeren de dieren.

a Leg uit dat bijvoeren in februari en maart nadelig is voor de ooievaars.

.....

.....

b Leg uit dat bijvoeren in augustus en september nadelig is voor ooievaars.

.....

.....

.....

Afb. 5 Ooievaars op zoek naar voedsel.

In Nederland leven ongeveer 360 soorten wilde bijen. Ongeveer 40% van deze bijensoorten dreigt uit te sterven.
De honingbij wordt door imkers gehouden in bijenkasten (zie afbeelding 6). De laatste jaren komen er steeds meer imkers. Daardoor komen er meer bijenkasten.

a Leg uit dat het plaatsen van bijenkasten nadelig kan zijn voor de wilde bijen.

.....

.....

.....

Afb. 6 Een imker verzorgt zijn bijen.

b Bedenk een maatregel die helpt om de wilde bijen in stand te houden.

.....

.....

.....

c Bijen zorgen voor het bestuiven van planten. Als bijen uitsterven, kan de opbrengst van de landbouw met 10% verminderen.
In afbeelding 7 zie je een tak van een appelboom en enkele tarweplanten.
Kunnen boeren nog appels verbouwen als er geen bijen meer zijn? En tarwe? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

Afb. 7

1 appelbloesem

2 tarwe

7 Het aantal insecten neemt de laatste jaren af. In bermenlangs wegen komen nu minder insecten voor dan 25 jaar geleden. De bermen worden een paar keer per jaar gemaaid (zie afbeelding 8).
Als de bermen alleen laat in de zomer worden gemaaid, komen er meer insecten. Leg uit waarom.

.....

.....

.....

Afb. 8 Wegbermen worden enkele keren per jaar gemaaid.

8 Op de Hoge Veluwe leven veel wilde zwijnen (zie afbeelding 9).
Als er weinig voedsel is, vermageren de dieren. Daardoor worden de dieren minder vruchtbaar. Als er weer genoeg voedsel is, neemt de vruchtbaarheid weer toe.
Als er te veel zwijnen zijn, worden er zwijnen afgeschoten.
Leg uit dat door afschieten het aantal zwijnen na enige tijd juist toeneemt.

.....

.....

Afb. 9 Wild zwijn met jongen.

Landbouwbedrijven verbouwen vaak één soort planten op grote akkers. Plaagdieren zijn insecten die graag leven op die plantensoort. Plaagdieren kunnen de planten aantasten.

a Leg uit dat het aantal plaagdieren op een grote akker snel kan toenemen.

.....

.....

b Behalve de plaagdieren leven er weinig andere soorten op zo'n akker.
Leg uit hoe dat komt.

.....

.....

.....

c Er zijn experimenten waarbij voedsel op een andere manier wordt verbouwd. Een van die experimenten is het voedselbos. Een voedselbos bestaat uit verschillende soorten bomen, struiken en planten die voedsel opleveren.
Leg uit dat je in een voedselbos plaagdieren niet hoeft te bestrijden.

.....

.....

SAMENHANG leefwereld

KORHOENDERS

Korhoenders zijn vogels die leven op akkers en heidevelden. Volwassen vogels eten plantaardig voedsel, zoals bosbessen, lijsterbessen en heideplanten. De kuikens hebben heel ander voedsel nodig. Zij eten vooral dierlijk voedsel, zoals insecten, larven en spinnen. Korhoenders leven het hele jaar in hetzelfde gebied. Ze kunnen niet goed vliegen, ze komen hooguit tien kilometer ver. De natuurlijke vijanden van korhoenders zijn haviken, de zwarte kraai en de vos.

In het begin van de vorige eeuw leefden er duizenden korhoenders in Nederland. Nu zijn de korhoenders bijna overal verdwenen. Alleen op de Sallandse Heuvelrug in Overijssel komen er nog enkele voor. De Sallandse Heuvelrug is deels een heidegebied. Om deze populatie in stand te houden, worden vanaf 2012 korhoenders uit Zweden uitgezet in dit gebied. De korhoenders worden in Zweden gevangen in speciale vangkooien. Daarna worden ze zo snel mogelijk naar Nederland gebracht. Toch gaat het nog steeds niet goed met de korhoenders. Vooral de kuikens hebben weinig kans om te overleven.

Afb. 10 Een korhoen.

10 Lees de tekst 'Korhoenders'.

a Maak twee voedselketens: een voedselketen met een volwassen korhoen, en een voedselketen met een korhoenkuiken.

.....

.....

.....

b Leg uit waarom op de Sallandse Heuvelrug wordt gejaagd op vossen en zwarte kraaien.

.....

.....

c Bij korhoenders trekken jonge vrouwtjesdieren normaal gesproken in het eerste levensjaar weg naar een ander gebied. Vroeger waren er veel meer populaties dan nu. De vogels kwamen dan ook snel bij een andere populatie terecht, waar ze zich gingen voortplanten. Leg uit waarom jonge vrouwtjesdieren tegenwoordig niet meer wegtrekken uit de populatie.

.....

.....

.....

d Op het lichaam van dode korhoenders worden vaak teken gevonden.
Leg uit dat de relatie tussen korhoenders en teken een voorbeeld van parasitisme is.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

5 Mens en milieu

LEERDOELEN

10 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van uitputting en vervuiling.
11 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van klimaatverandering.

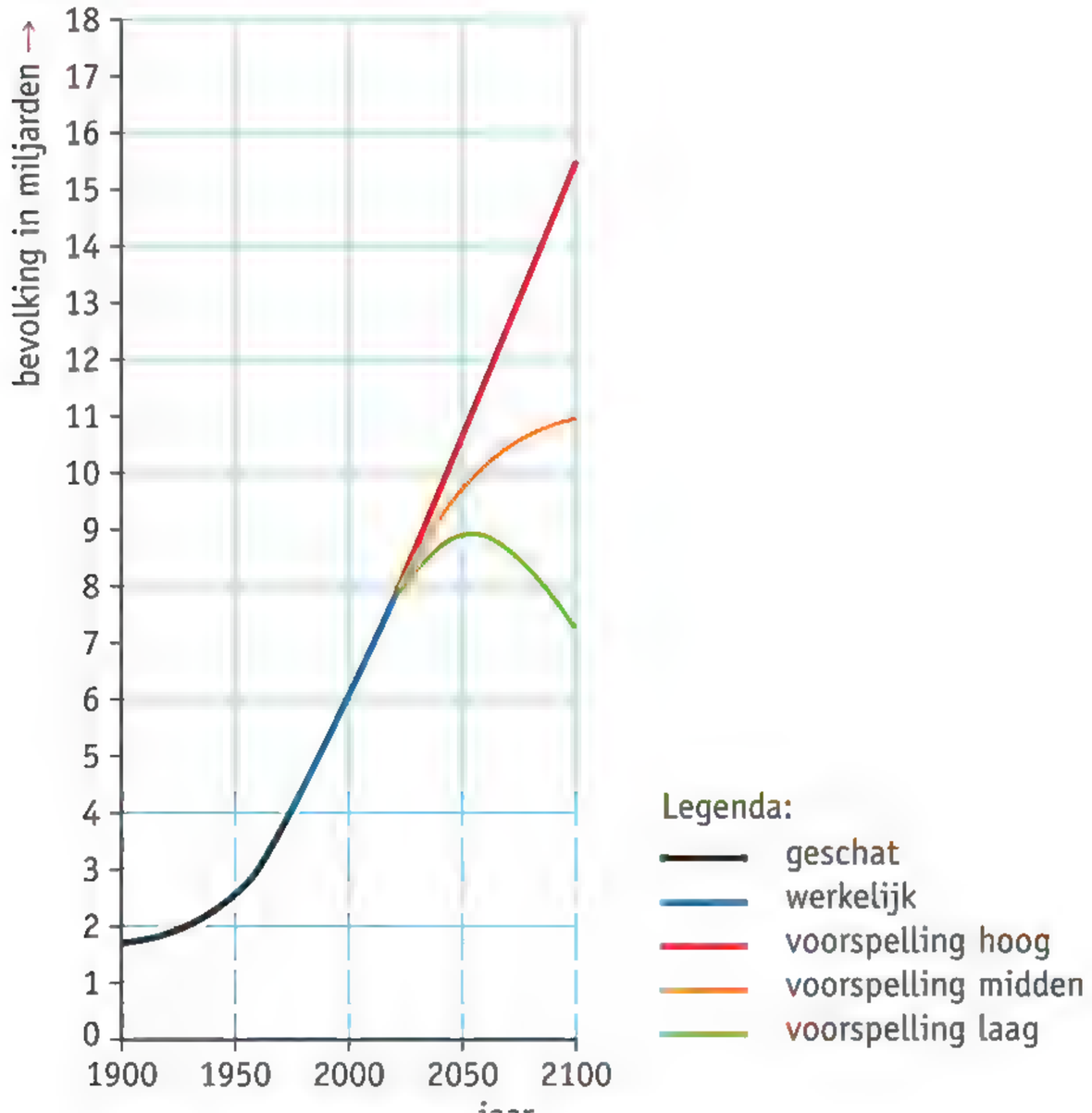
► Practica 3 en 4

Het gebruik van grond en water door mensen beïnvloedt de leefomgeving van planten en dieren. Mensen halen ook stoffen uit het milieu en laten er stoffen in achter.

INVLOED OP HET MILIEU

De afgelopen vijftig jaar is het aantal mensen op aarde verdubbeld (zie afbeelding 1). In juni 2019 waren er 7,7 miljard mensen. Volgens de voorspellingen zijn we over dertig jaar misschien wel met 10 miljard mensen. Al die mensen gebruiken samen heel veel energie en grondstoffen. Ze produceren ook heel veel afval (zie afbeelding 2).

Afb. 1 Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2100.



Bron: Verenigde Naties, World Population Prospects 2019.

Afb. 2 Afval.

1 huishoudelijk afval

2 afgedankte apparaten

De mens heeft invloed op het milieu. We halen stoffen uit het milieu, bijvoorbeeld grondstoffen en water. We voegen ook stoffen toe aan het milieu, bijvoorbeeld afval en uitlaatgassen. Op deze manier veranderen we het milieu. Vroeger was de invloed van mensen nog niet zo groot. Maar doordat er nu zoveel mensen zijn, ontstaan vaak **milieuproblemen**.

De belangrijkste oorzaken van milieuproblemen zijn:
- de bevolkingstoename
- de manier van leven van de mens

De mens zorgt op twee manieren voor milieuproblemen:
- door **uitputting:** zo veel stoffen uit het milieu halen dat ze opraken
- door **vervuiling:** stoffen aan het milieu toevoegen die schadelijk zijn

UITPUTTING

Mensen gebruiken aardolie, aardgas en steenkool als brandstof. Door deze brandstoffen hebben we energie voor auto's, fabrieken en verwarming. Aardolie, aardgas en steenkool zijn **fossiele brandstoffen.** Ze zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren. De fossiele brandstoffen raken uitgeput. Over vijftig tot honderd jaar zijn de voorraden aardolie en aardgas waarschijnlijk op.

Om machines, apparaten, huizen en kleding te maken gebruiken we **grondstoffen.** Bijvoorbeeld aardolie (voor kunststoffen), zand (voor glas en bouwmateriaal) en metaalerts (voor metalen). Ook de voorraden van deze grondstoffen raken uitgeput.

VERVUILING

Boeren gebruiken mest om de grond vruchtbaar te maken. Een belangrijke stof in mest is **stikstof.** Een deel van de stikstof uit mest komt terecht in het grondwater en in de lucht. Ook de industrie en het verkeer (uitlaatgassen) geven stikstof af aan het milieu (zie afbeelding 3).
Stikstof is een oorzaak van **luchtvervuiling.** Via het grondwater en de lucht komt de stikstof terecht in natuurgebieden. Daardoor verandert de plantengroei. Brandnetels en grassen groeien bijvoorbeeld goed op veel stikstof, maar kwetsbare of zeldzame planten kunnen er niet goed tegen en verdwijnen.

Een **gif** is een stof die schadelijk is voor organismen. In het verleden werd giftig afval soms op vuilnisplaatsen gestort. Zo zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem gekomen. Dit noem je **bodemvervuiling.** Planten nemen de giftige stoffen op via hun wortels. Zo komen de giftige stoffen in de voedselketen terecht.

Afb. 3 Luchtvervuiling door uitlaatgassen.

In de landbouw worden gifstoffen gebruikt om planten te beschermen tegen insecten en ziekteverwekkers. Deze gifstoffen kunnen in het water van sloten of in het grondwater komen. Dit is een voorbeeld van **watervervuiling.** Ook huishoudens, fabrieken en scheepvaart vervuilen het water (zie afbeelding 4). Meer dan 80% van het afvalwater op de wereld wordt zomaar in het milieu geloosd. Hierdoor komen zware metalen, oplosmiddelen en ander afval in het water terecht. Deze stoffen zijn vaak giftig.

Afb. 4 Watervervuiling.

1 vervuiling door afvalwater van fabrieken en huishoudens

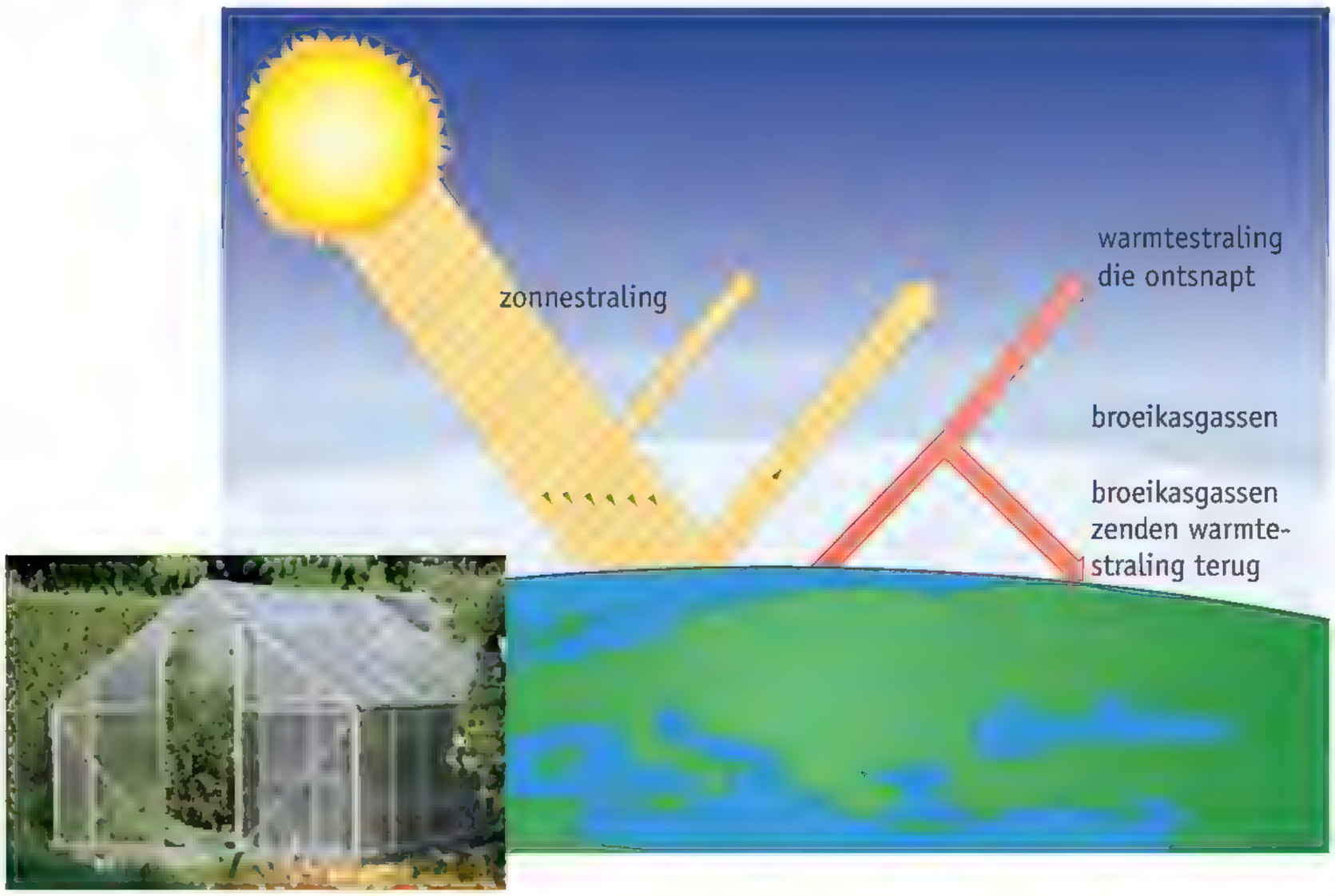
2 vervuiling door een kopermijn

3 dode vissen door vervuiling

BROEIKASEFFECT

De dampkring (of atmosfeer) is de luchtlaag rondom de aarde. De dampkring is een mengsel van verschillende gassen. Deze gassen laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde. De rest van de straling wordt weerkaatst.
Door de zonnestraling warmt de aarde op. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Bepaalde gassen in de dampkring houden de warmtestraling van de aarde tegen (zie afbeelding 5). Deze gassen noem je **broeikasgassen.** De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
De werking van deze gassen lijkt op die van het glas van een broeikas. Deze werking heet daarom het **broeikaseffect.** Dankzij het broeikaseffect is het op aarde gemiddeld 15 °C. Zonder het broeikaseffect zou het op aarde veel kouder zijn (–18 °C). Er zou dan waarschijnlijk geen leven zijn op aarde.

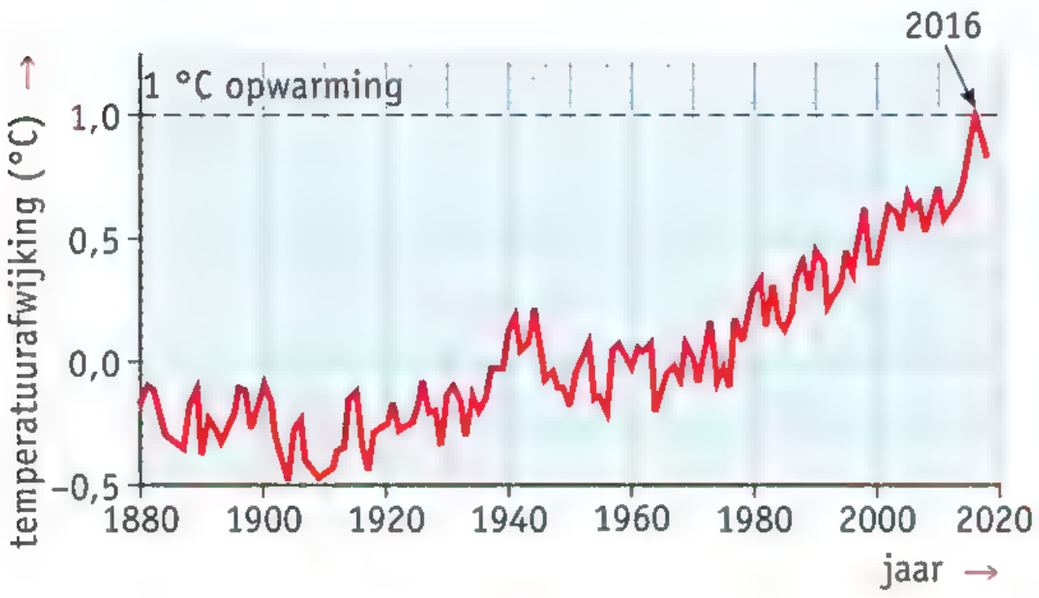
Afb. 5 Het broeikaseffect.



VERSTERKT BROEIKASEFFECT

In de afgelopen 130 jaar is het gemiddeld 1 °C warmer geworden op aarde (zie afbeelding 6). In Nederland is dit 1,7 °C. Dat komt doordat mensen steeds meer broeikasgassen in de dampkring brengen. De dampkring houdt daardoor meer warmte vast. Daardoor stijgt de temperatuur op aarde. Dit is het **versterkte broeikaseffect**.
De broeikasgassen komen onder andere van de verbranding van fossiele brandstoffen. Daarbij ontstaat koolstofdioxide. Een ander belangrijk broeikasgas is methaan. Dat gas komt vrij uit moerassen, bossen en de veeteelt. Ook lachgas is een broeikasgas.

Afb. 6 Opwarming van de aarde.



KLIMAATVERANDERING

Door het versterkte broeikaseffect verandert het klimaat. **Klimaatverandering** betekent dat het weer over een langere periode verandert. Door de klimaatverandering krijgen we in Nederland zachtere winters en warmere zomers. Ook krijgen we meer extreem weer, zoals storm of hagelbuien.

Misschien heb je gemerkt dat in de zomer vaker **blauwalg** voorkomt in een zwemplas. Blauwalg is een bacterie die stoffen maakt die giftig zijn voor mensen en honden. Daarom mag je niet zwemmen als er blauwalg is (zie afbeelding 7). Door de klimaatverandering komt er in de zomer vaker blauwalg voor in het water.

Een belangrijk gevolg van de opwarming van de aarde is de **stijging van de zeespiegel** (de hoogte van het zeewater). Bij Nederland zal de zeespiegel 0,5 tot 3 m hoger zijn in 2100. Laaggelegen gebieden zullen dan overstromen (zie afbeelding 8). Daarom moeten de dijken hoger worden gemaakt. Dat kost veel geld.

Afb. 7 Verboden te zwemmen door blauwalg.

In sommige gebieden op aarde leidt de hogere temperatuur tot **droogte**, waardoor woestijnen groter worden. Er kan een tekort komen aan zoet water en aan drinkwater. In veel gebieden zal landbouw onmogelijk worden. In andere gebieden zal de landbouw juist beter gaan door de hogere temperatuur.

Afb. 8 Dit deel van Nederland komt onder water te liggen als de zeespiegel 1 m stijgt.

GEVOLGEN VOOR DE NATUUR

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen in België en Frankrijk voorkwamen. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen. Doordat het warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren. Veel planten bloeien eerder. Doordat de eiken eerder bladeren krijgen, zijn er ook eerder rupsen die de bladeren eten. Als de eieren van een koolmees uitkomen, zijn die rupsen alweer weg. Er is dan te weinig voedsel voor de jonge mezen. Koolmezen moeten daarom op zoek naar ander voedsel voor hun jongen. Ze eten nu ook eikenprocessierupsen.

KENNIS

a Welke energiebronnen zijn fossiele brandstoffen?

- ☐ A aardgas
- ☐ B aardolie
- ☐ C bio-ethanol
- ☐ D kernenergie
- ☐ E steenkool
- ☐ F zonne-energie

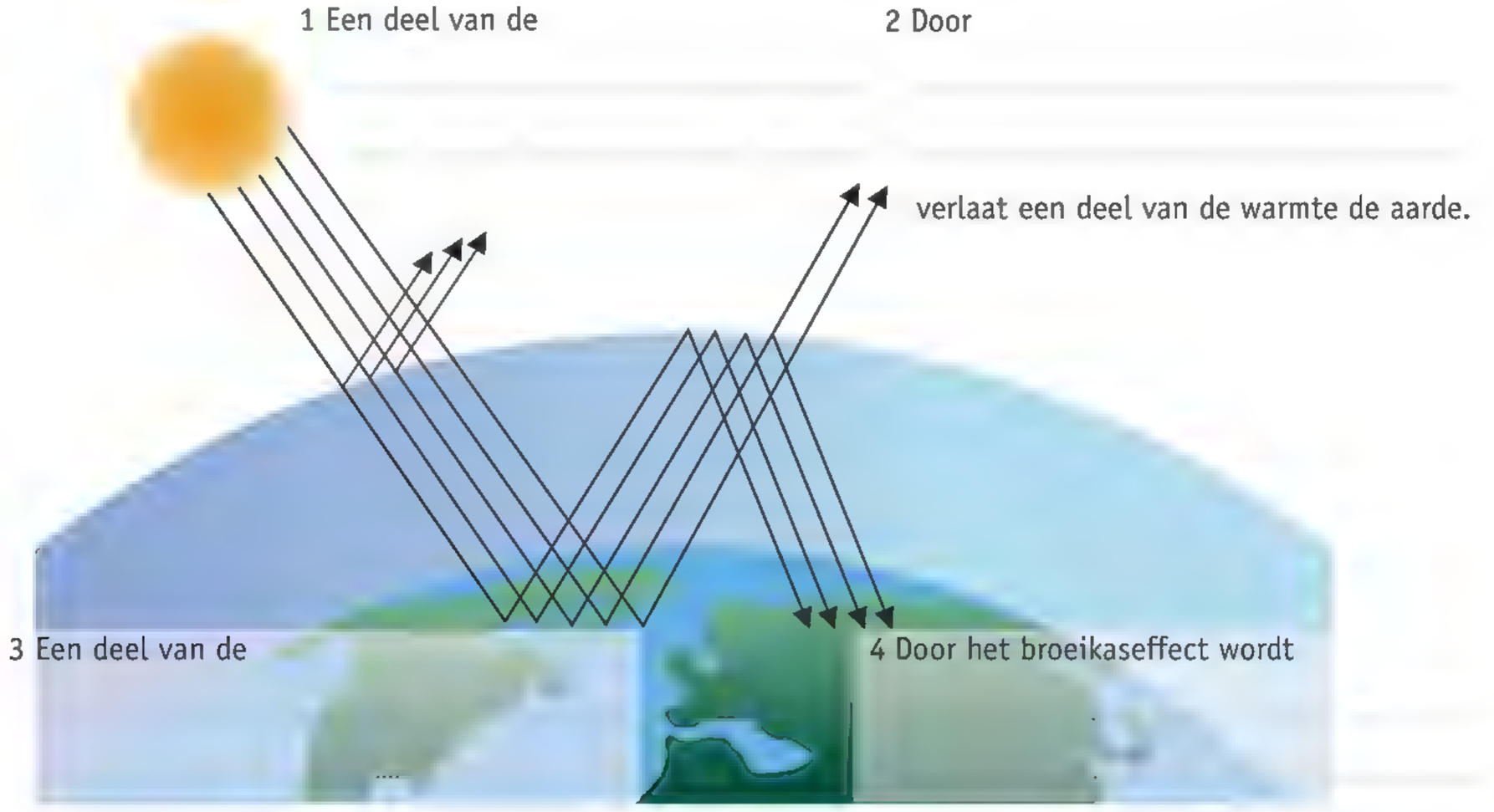
b Leg uit waarom deze brandstoffen 'fossiele brandstoffen' worden genoemd.

.....

.....

Afbeelding 9 is een schematische tekening van het broeikaseffect.
Maak de zinnen in de afbeelding af. Gebruik daarbij: *een deel van de warmte-uitstraling tegengehouden – warmte-uitstraling – zonnestraling wordt omgezet in warmte – zonnestraling wordt weerkaatst.*

Afb. 9 Het broeikaseffect.



a Welke gassen zijn broeikasgassen?

- ☐ A koolstofdioxide
- ☐ B lachgas
- ☐ C methaan
- ☐ D stikstof
- ☐ E waterdamp
- ☐ F zuurstof

b Leg uit wat het versterkte broeikaseffect is.

Doordat er meer ..... in de dampkring komen, ...

c Wat kunnen in Nederland de gevolgen zijn van het versterkte broeikaseffect?

- ☐ A De zeespiegel daalt.
- ☐ B Er komen andere planten en dieren.
- ☐ C Er komt meer zuurstof in het water.
- ☐ D Er ontstaan woestijnen.
- ☐ E Er verdwijnen planten en dieren.
- ☐ F Vaker extreem weer.

Hier staan enkele veranderingen die optreden door de opwarming van de aarde.
Welk gevolg hoort bij de verandering?

A	Er zijn meer hittegolven.	○	○ 1 De zeespiegel stijgt.
B	Het water in sloten en plassen warmt op.	○	○ 2 Er komt meer blauwalg in het water.
C	Het zeewater warmt op en zet uit.	○	○ 3 Er ontstaan meer bosbranden.
D	In het voorjaar stijgt de temperatuur eerder.	○	○ 4 Planten bloeien eerder.

Samenvatting

Oorzaken van milieuproblemen:

- .....
- .....

Mensen veroorzaken milieuproblemen door:

- .....
- .....

Drie soorten vervuiling:

- Luchtvervuiling, bijvoorbeeld: .....
- Bodemvervuiling, bijvoorbeeld: .....
- Watervervuiling, bijvoorbeeld: .....

Gevolgen van milieuproblemen: .....

.....

Broeikaseffect: .....

.....

Belangrijke broeikasgassen: .....

.....

Versterkt broeikaseffect:

- Oorzaken: .....
- Gevolg: .....

Gevolgen van klimaatverandering: .....

.....

INZICHT

In het verleden zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem gekomen. Planten nemen deze stoffen op via de wortels.
Leg uit waardoor in het lichaam van vleeseters meer gifstoffen voorkomen dan in het lichaam van planteneters.

.....

.....

.....

7 Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt energie vrij.

a Leg uit dat deze energie eigenlijk afkomstig is van de zon.

.....

.....

.....

.....

b Leg uit dat de uitstoot van koolstofdioxide kan worden gecompenseerd ('goedgemaakt') door het aanplanten van bomen.

.....

.....

.....

c Welke andere maatregelen helpen om klimaatverandering tegen te gaan?

- ☐ A Dijken verhogen omdat de zeespiegel stijgt.
- ☐ B Eikenprocessierupsen bestrijden.
- ☐ C Het regenwater beter afvoeren.
- ☐ D Minder vlees eten.
- ☐ E Plastic boodschappentassen afschaffen.
- ☐ F Windmolenparken in de Noordzee aanleggen.
- ☐ G Zonnepanelen op de daken zetten.

8 Door het versterkte broeikaseffect verandert het klimaat.

a Hier staan gevolgen van klimaatverandering.
Geef aan of jij die gevolgen zelf hebt meegemaakt.

- Heb jij meegemaakt dat de straten overstroomden door veel regen? *ja / nee*
- Heb jij meegemaakt dat in de zomer een warmterecord werd gebroken? *ja / nee*
- Heb jij weleens niet kunnen zwemmen door blauwalg? *ja / nee*
- Heb jij weleens van je ouders of grootouders gehoord dat de winters vroeger veel kouder waren? *ja / nee*
- Heb jij weleens veel jeuk gehad door de eikenprocessierups? *ja / nee*
- Kan jouw huis onder water komen als de zeespiegel stijgt? *ja / nee*

b Wat kun jij doen tegen het versterkte broeikaseffect? Bedenk drie dingen die jij kunt veranderen in jouw leven.

.....

.....

c Wat kun jij doen tegen vervuiling van het milieu? Bedenk drie dingen die jij kunt veranderen in jouw leven.

.....

.....

.....

Vanaf 2030 worden in Nederland alleen nog maar elektrische auto's nieuw verkocht.

a Leg uit dat elektrisch rijden bijdraagt aan het verminderen van het versterkte broeikaseffect.

.....

.....

b Er is elektriciteit nodig om de accu van een elektrische auto op te laden. Deze elektriciteit kan worden opgewekt door een aardgascentrale, maar ook door windmolens of zonnepanelen.
Leg uit welke manier van elektriciteit opwekken het meest bijdraagt aan het tegengaan van het versterkte broeikaseffect.

.....

.....

.....

+ 10

In een sloot leven allerlei waterplanten. In afbeelding 10 zie je kroos dat op het water drijft. Er leven ook nog allerlei waterplanten onder water. Als de temperatuur stijgt door de klimaatverandering, gaat het kroos eerder in het jaar groeien. Daardoor kan het wateroppervlak helemaal worden bedekt door kroos.

a Leg uit dat de waterplanten onder water daardoor minder kans hebben om te overleven.

.....

.....

b Leg uit dat ook de dieren in de sloot minder kans hebben om te overleven.

.....

.....

.....

Afb. 10 Sloot met kroos.

SAMENHANG wetenschap

HET AMAZONEWOUD

De Amazone is het grootste regenwoud op aarde. De oppervlakte van dit regenwoud is 5,5 miljoen vierkante kilometer. Dat is ongeveer 132 keer zo groot als Nederland. Het grootste deel ervan ligt in Brazilië. Door de Amazone stroomt de Amazonerivier. Deze rivier is wel 6600 kilometer lang. De biodiversiteit in dit regenwoud is groot. Je vindt er 16 000 verschillende soorten bomen en 40 000 verschillende soorten planten. Ook leven er 2,5 miljoen soorten insecten, 430 soorten zoogdieren en 1300 vogelsoorten. Daarnaast zijn er nog veel verschillende soorten reptielen, amfibieën en vissen.
Volgens onderzoekers heeft het Amazonewoud veel invloed op het klimaat en op klimaatverandering. Een regenwoud is heel vochtig. Daardoor zal er niet snel brand uitbreken. Maar in juli en augustus is het droger dan normaal. Dan komen er bosbranden voor. Daarnaast worden er ook stukken van het oerwoud met opzet in brand gestoken. Bijvoorbeeld om grond geschikt te maken voor landbouw. Daardoor is al ongeveer 20% van het Amazonewoud verdwenen.
In 2019 was het aantal bosbranden veel groter dan normaal. Een van de oorzaken hiervan was de extreme droogte. Een andere reden was dat er meer bos in brand werd gestoken om grond vrij te maken voor sojabonen en oliepalmen.

Afb. 11 Bosbrand om landbouwgrond vrij te maken.

11 Lees de tekst 'Het Amazonewoud'.

a Het Amazonewoud wordt wel 'de longen van de aarde' genoemd. Leg dit uit.

.....

.....

b Leg uit waarom de naam 'longen van de aarde' eigenlijk niet helemaal juist is.

.....

.....

c Leg uit hoe de branden in het Amazonewoud het broeikaseffect versterken.

.....

.....

.....

d Delen van het Amazonewoud worden gekapt om ruimte te maken voor velden met oliepalmen. Palmolie wordt verwerkt in allerlei producten.
Noteer een aantal producten die jij gebruikt en waarin palmolie zit. Je mag gebruikmaken van internet.

.....

.....

e Leg uit hoe onze manier van leven invloed heeft op de biodiversiteit van het Amazonewoud.

.....

.....

.....

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

6 Duurzaamheid

LEERDOELEN

12 Je kunt uitleggen wat duurzaamheid is.
13 Je kunt aangeven wat duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland kunnen zijn.

► Practica 5 en 6

Mensen gebruiken de aarde voor voedsel, grondstoffen en energie. Met z'n allen gebruiken we meer dan de aarde kan geven. Er zijn duurzame oplossingen.

DUURZAAMHEID

Duurzaam omgaan met het milieu betekent: ervoor zorgen dat het milieu geen schade ondervindt van jouw activiteiten. **Duurzaamheid** betekent dus:

- niet meer stoffen uit het milieu halen dan het milieu kan aanvullen
- niet meer stoffen toevoegen aan het milieu dan het milieu kan verwerken

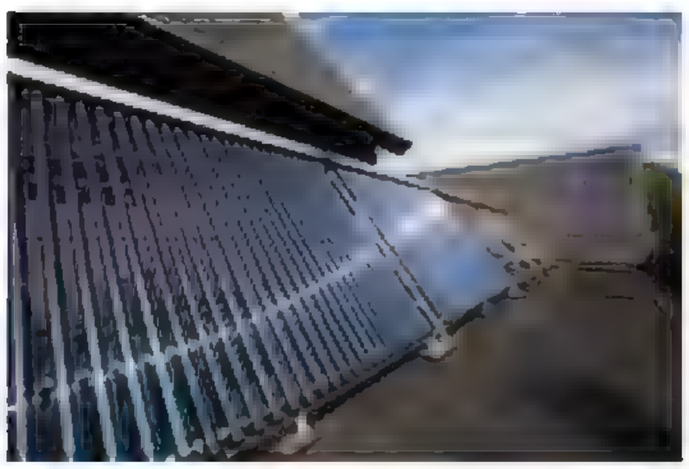
Er is bijvoorbeeld duurzame energie, duurzame landbouw, duurzame huizenbouw en duurzaam ondernemen. Hierna staan voorbeelden van duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland.

OPLOSSING 1: DUURZAME ENERGIE

Duurzame energie veroorzaakt geen milieuvervuiling en raakt niet op. Voorbeelden van duurzame energie zijn biomassa, windenergie en zonne-energie (zie afbeelding 1). Door duurzame energie te gebruiken, zijn minder fossiele brandstoffen nodig. Er komen dan minder koolstofdioxide en andere schadelijke stoffen in het milieu.

Biomassa bestaat uit afval van planten en dieren, zoals hout, groente-, fruit- en tuinafval (gft), mest en plantaardige olie. Biomassa wordt gebruikt als brandstof in elektriciteitscentrales. Het wordt dus gebruikt om elektriciteit op te wekken. Biomassa kan ook worden gebruikt als grondstof voor brandstoffen, zoals biodiesel en biogas.

Afb. 1 Zonne-energie.



1 een zonneboiler om water te verwarmen

2 zonnepanelen om elektriciteit op te wekken

OPLOSSING 2: DUURZAME GRONDSTOFFEN

Een manier om minder grondstoffen te gebruiken, is oude grondstoffen opnieuw gebruiken. Dat kan door hergebruik of door recycling.
Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, bijvoorbeeld statiegeldflessen en tweedehands kleding. Bij **recycling** wordt afval gebruikt als grondstof voor nieuwe producten, zoals afval van papier, glas, metalen en kleding (zie afbeelding 2). Ook auto's en elektrische apparaten, zoals tv's en computers, worden gerecycled.

Naast duurzame grondstoffen kun je natuurlijk ook *minder* grondstoffen gebruiken. Want hoe minder nieuwe spullen mensen kopen, hoe minder grondstoffen er nodig zijn. Je kunt bijvoorbeeld:

- een apparaat laten repareren als het kapot is, in plaats van een nieuw apparaat te kopen;
- minder kleding kopen en vaker tweedehands kleding kopen;
- spullen langer gebruiken voor je ze weggooit of vervangt.

Afb. 2 Recycling.

1 glasbak 2 papierbak 3 kledingbak

OPLOSSING 3: DUURZAME LANDBOUW

In de toekomst zal heel veel voedsel nodig zijn voor alle mensen op aarde. Daarom zijn manieren van landbouw nodig die wel veel voedsel opleveren, maar niet de aarde vervuilen of uitputten. Twee manieren zijn precisielandbouw en kringlooplandbouw.

Precisielandbouw gebruikt technologie om planten heel precies te geven wat ze nodig hebben, zoals voedingsstoffen, licht en water. Een boer gebruikt dan bijvoorbeeld gps, robots, sensoren, drones en computers (zie afbeelding 3). Zo zijn minder energie en grondstoffen nodig.

Afb. 3 Precisielandbouw.

Kringlooplandbouw betekent duurzaam omgaan met natuurlijke hulpbronnen, zoals de bodem, de lucht en het water. Afval van planten en dieren wordt zo veel mogelijk hergebruikt. Bijvoorbeeld: voedsel dat wij niet meer eten, wordt gebruikt als voer voor dieren. Bij kringlooplandbouw maken boeren slim gebruik van de natuur. Ze gaan zuinig om met grondstoffen en ze zorgen voor zo min mogelijk vervuiling en uitputting.

OPLOSSING 4: MINDER VERVUILING

Allerlei maatregelen helpen tegen milieuvervuiling. Zo mogen schepen en fabrieken schadelijke stoffen niet lozen in het milieu. Ze moeten het afval opvangen en op een goede manier verwerken. In Nederland wordt afvalwater gezuiverd voor het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Auto's hebben een katalysator gekregen, waardoor de uitlaatgassen minder vervuilend zijn. Fabrieken hebben filters in hun schoorstenen aangebracht, en boeren filteren de lucht uit de stallen.

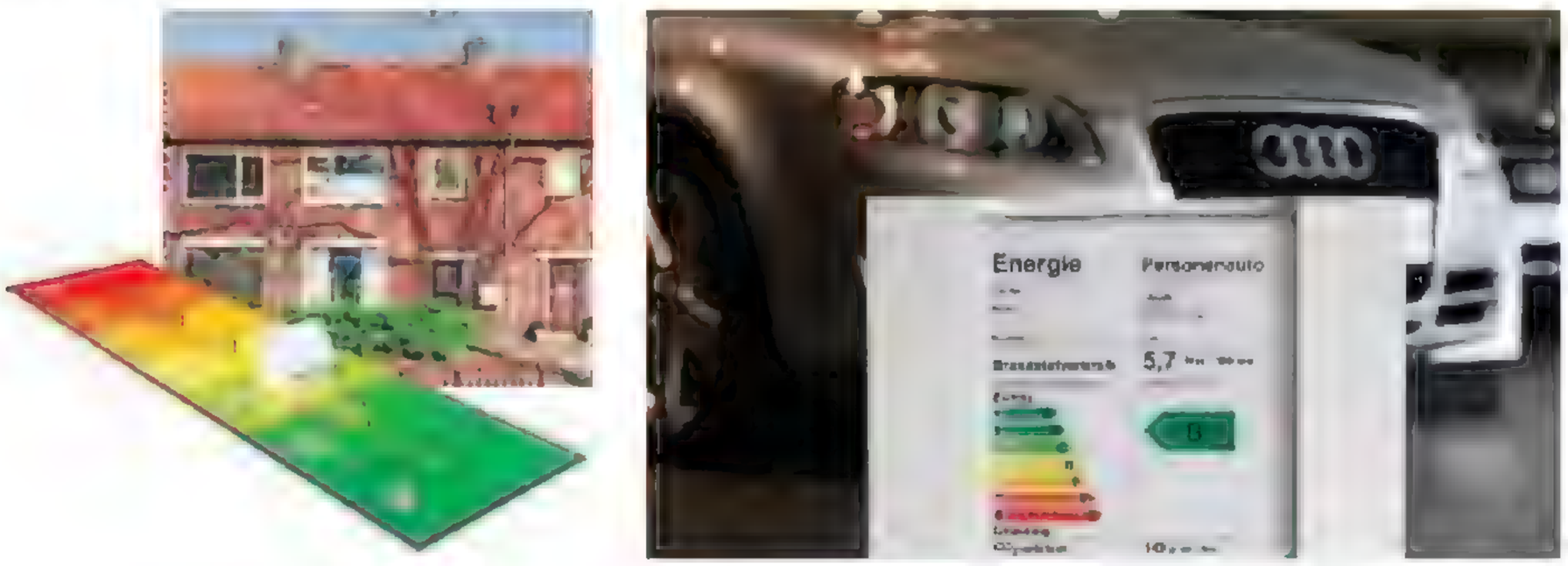
Je kunt zelf ook helpen om de vervuiling van het milieu te verminderen. Tegen luchtvervuiling helpt bijvoorbeeld:

- minder scooter- en autorijden, vaker met het openbaar vervoer of de fiets gaan
- geen vuurwerk afsteken met oud en nieuw
- geen hout stoken in houtkachel, vuurkorf of open haard

OPLOSSING 5: MINDER BROEIKASGASSEN

Koolstofdioxide is een belangrijk broeikasgas. Vooral ons gebruik van fossiele brandstoffen zorgt voor uitstoot van koolstofdioxide. Door minder fossiele brandstoffen te gebruiken, kunnen we de uitstoot terugdringen. Dit kan bijvoorbeeld door zuinige apparaten te gebruiken. Apparaten werken op elektriciteit, maar die elektriciteit wordt vaak opgewekt met fossiele brandstoffen. Door energielabels kun je zien hoe zuinig een huis, apparaat of auto is (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Energielabels.



1 energielabel van een huis
2 energielabel van een auto

ZELF DUURZAME KEUZEN MAKEN

Hoe help jij mee om minder energie te verbruiken? Doe jij bijvoorbeeld het licht uit als je niet op je kamer bent? En koop je weleens iets bij de kringloopwinkel?
Dingen die je zelf kunt doen, zijn:

- minder nieuwe kleding kopen, kleding langer dragen
- de verwarming een graadje lager zetten
- vaker de fiets nemen in plaats van de auto of de scooter
- reizen met de trein in plaats van met het vliegtuig
- korter douchen (scheelt water en gas of elektriciteit)
- letten op keurmerken op producten (zie afbeelding 5)
- geen plastic tasjes en plastic verpakkingen gebruiken
- afval in een afvalbak gooien en niet op straat

Afb. 5 Tien betrouwbare keurmerken.

KENNIS

1 Wat betekent duurzaamheid?

.....

.....

2

a Welke vormen van energie zijn duurzaam?

- ☐ A aardgas
- ☐ B benzine
- ☐ C biomassa
- ☐ D steenkool
- ☐ E windenergie
- ☐ F zonne-energie

b Bij het gebruik van je mobiele telefoon kun je ook kiezen voor duurzaamheid.
Wat is een duurzame manier om een telefoon op te laden?

- ○ A Een adapter en een stopcontact gebruiken.
- ○ B Een powerbank gebruiken die is opgeladen door zonne-energie.
- ○ C Een powerbank gebruiken die is opgeladen via een adapter.

c Leg uit waarom het duurzaam is om te kiezen voor een refurbished toestel.

.....

.....

3 In afbeelding 6 zie je voorbeelden van afval.
Welk afval kan als biomassa worden gebruikt?

- ☐ A afgevallen bladeren
- ☐ B batterij
- ☐ C groenteafval
- ☐ D melkpak
- ☐ E schillen
- ☐ F spuitbus

Afb. 6 Verschillende soorten afval.

4

Samenvatting
Duurzaamheid is:

- .....
- .....

Duurzame energie:

- .....
- .....

Duurzame landbouw:

- .....
- .....

Duurzame grondstoffen:

- .....
- .....

Maatregelen tegen vervuiling: .....

Een maatregel tegen broeikasgassen: .....

INZICHT

5 Zet de auto's in volgorde van duurzaamheid. Begin met de meest duurzame auto.

..... een benzineauto met katalysator

..... een elektrische auto die is opgeladen met stroom uit een elektriciteitscentrale

..... een elektrische auto die is opgeladen met stroom van zonnepanelen

..... een oude auto zonder katalysator

6 Graan dat geschikt is als voedsel voor mensen, wordt soms gebruikt als veevoer.
Is dat een voorbeeld van kringlooplandbouw? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

7 Hergebruik en recycling zijn manieren om oude grondstoffen opnieuw te gebruiken.
Hier staan voorbeelden van het opnieuw gebruiken van grondstoffen.
Is het een voorbeeld van hergebruik of van recycling?

- een plastic waterflesje opnieuw vullen met water *hergebruik / recycling*
- gebruikte meubelen kopen *hergebruik / recycling*
- petflessen verwerken tot een fleecetrui *hergebruik / recycling*
- van oudpapier koffiebekers en papieren handdoekjes maken *hergebruik / recycling*

8 In afbeelding 7 zie je welke groenten je in november kunt kopen. Achter elke groente staat het land van herkomst en de manier waarop de groente wordt verbouwd en vervoerd.

a Wat is duurzamer in november: boerenkool of witlof eten? Leg je antwoord uit.

.....

.....

b Wat is duurzamer in november: snijbonen uit Spanje of snijbonen uit Marokko? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Afb. 7 Groentekalender voor de maand november.

groente	herkomst	teelt	transport
Andijvie	Frankrijk/Spanje		
Aubergine	Spanje		
Boerenkool	Nederland		
Krop sla	Frankrijk/Spanje		
Pastinaak	Nederland		
Pompoen	Nederland/Z-Europa		
Rode biet	Nederland		
Snijboon	Spanje		
	Marokko		
Sperzieboon	Marokko		
Spinazie	België/Duitsland		
Spruiten	Nederland		
Tomaat	Spanje		
Veldsla	Nederland		
Winterpostelein	Nederland		
Witlof	Nederland		

Gebruikte symbolen:

- geteeld in de volle grond
- geteeld in onverwarmde kas
- geteeld in verwarmde kas
- vervoerd per boot + vrachtwagen
- vervoerd per vrachtwagen

In 2019 hebben veel scholieren deelgenomen aan klimaatstakingen. De stakers wilden onder andere een 'fossielvrij Nederland'.

a Leg uit wat wordt bedoeld met een 'fossielvrij Nederland'.

.....

.....

b De stakers wilden ook aandacht vragen voor alle mensen op aarde die hun huis verloren hebben door klimaatrampen.
Noem een voorbeeld van een ramp die kan plaatsvinden als gevolg van klimaatverandering.

.....

.....

.....

c Zou jij meedoen aan een klimaatstaking? Leg uit waarom wel of niet.

.....

.....

.....

.....

+ 10

Biomassa wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken.

a Waarom is het gebruik van biomassa duurzamer dan het gebruik van fossiele brandstoffen?

.....

.....

.....

b Koolzaad is een product dat wordt verbouwd om olie te winnen. Die olie kan worden gebruikt als biomassa. Een ander product dat als biomassa kan worden gebruikt, is mais.
Leg uit waarom het gebruik van koolzaad en mais als biomassa minder duurzaam is dan het gebruik van afval van planten en dieren.

.....

.....

c Snoeiafval uit tuinen, parken en plantsoenen kan ook worden gebruikt voor het maken van biobrandstof.
Wat is het voordeel van het gebruik van snoeiafval?

.....

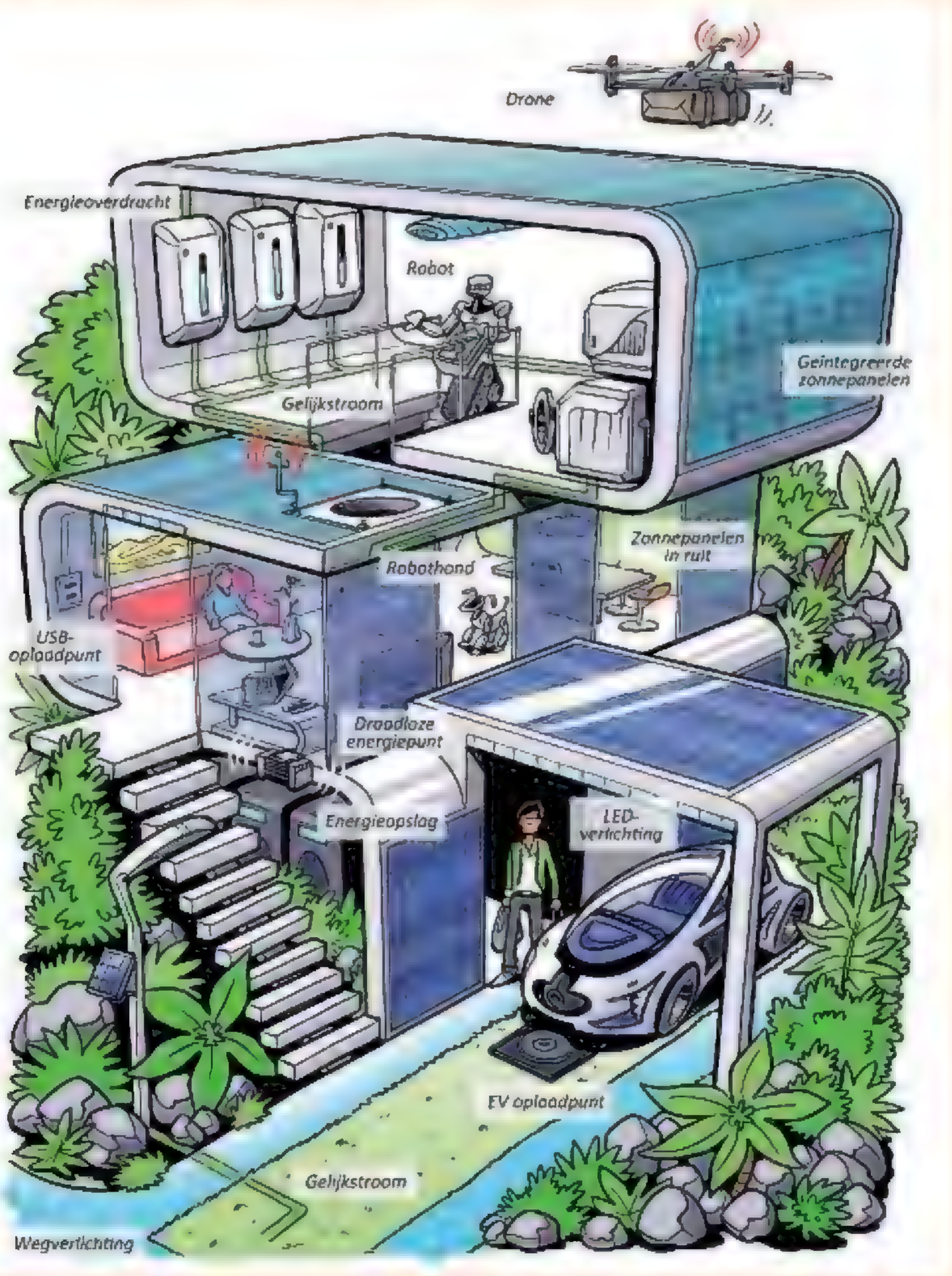
.....

SAMENHANG leefwereld

HUIS VAN DE TOEKOMST

Mensen wonen al duizenden jaren in huizen. Die huizen zijn in al die jaren flink veranderd. Onze verre voorouders woonden in grotten. Daarna kwamen er eenvoudige hutten. Die werden vervangen door houten huizen en nu wonen we in huizen van steen of beton. Bij een modern huis hoort een energielabel A. Dat betekent dat het huis goed is geïsoleerd en daardoor is het huis energiezuinig. Maar als jij in de toekomst een eigen huis hebt, zal dat waarschijnlijk energieneutraal zijn. Dat betekent dat je zelf de energie opwekt die nodig is voor verwarming, warm water, ventilatie en apparaten. De regering heeft al besloten dat vanaf 1 juli 2018 nieuwe huizen niet meer worden aangesloten op gasleidingen. Dat betekent dat we onze huizen op een andere manier moeten gaan verwarmen en op een andere manier gaan zorgen voor warm water. Er zijn ook experimenten met andere bouwmaterialen: materialen die het milieu minder belasten dan beton. Het huis van de toekomst kan zo worden gebouwd dat het zelfs energie oplevert. Met die energie kun je bijvoorbeeld je telefoon en je tablet opladen of je speed pedelec (supersnelle fiets). Hoe gaat jouw huis van de toekomst eruitzien?

Afb. 8 Is dit het huis van de toekomst?



19 Lees de tekst 'Huis van de toekomst'.
Je gaat zelf een huis van de toekomst ontwerpen. Voordat je het ontwerp gaat tekenen, beantwoord je enkele vragen. Je mag daarbij gebruikmaken van internet.

a In een huis wordt behoorlijk wat energie gebruikt. Een deel van die energie gaat verloren in de vorm van warmte. Via de muren, het dak en de ramen gaat er veel warmte het huis uit.
Geef enkele voorbeelden van manieren waarop je het huis kunt isoleren.

.....

.....

.....

b Thuis gebruik je energie voor verwarming, verlichting, warm water en om allerlei apparaten te kunnen gebruiken. Nu komt al die energie vooral uit fossiele brandstoffen. Maar die brandstoffen raken op en bovendien zorgen ze voor extra koolstofdioxide in de lucht.
Op welke manieren kun je in huis zorgen voor duurzame energie?

.....

.....

c Tegenwoordig is beton het belangrijkste bouwmateriaal. Bij het maken van beton komt echter veel koolstofdioxide vrij. Daardoor wordt het broeikaseffect versterkt.
Wat zijn bouwmaterialen die het broeikaseffect niet of heel weinig versterken?

.....

d Door klimaatverandering zal het aantal hoosbuien in de toekomst toenemen. In korte tijd moet dan veel regenwater worden afgevoerd.
Hoe kun je ervoor zorgen dat je in jouw huis van de toekomst geen wateroverlast krijgt? Tip: denk na over jouw tuin van de toekomst.

.....

.....

.....

e Maak een tekening van jouw huis van de toekomst.

Ga naar de *Extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

Samenhang

TE VEEL VAN HET GOEDE

Misschien heb je er iets over gehoord of gelezen: de hoeveelheid stikstof in het milieu vormt een groot probleem. Dit wordt de stikstofcrisis genoemd.

Door de stikstofcrisis mogen auto's in de buurt van natuurgebieden minder hard rijden en moeten bouwprojecten worden stilgelegd. Boeren mogen misschien minder dieren houden, want veeteelt zorgt voor veel uitstoot van stikstof.

STIKSTOF

Stikstof komt in verschillende vormen voor. Lucht bestaat voor het grootste deel uit stikstofgas. Dit stikstofgas adem je in. Je lichaam doet er niets mee. Alle stikstofgas dat je inademt, adem je ook weer uit. Ook op de meeste andere organismen, zoals planten, heeft stikstofgas geen enkele invloed. Stikstofgas is dus onschadelijk.
Maar er bestaan ook vormen van stikstof die wel invloed hebben op organismen, bijvoorbeeld ammoniak en stikstofoxide. Dit zijn stikstofverbindingen. Om deze vorm van stikstof gaat het in de stikstofcrisis. Stikstofverbindingen zitten in uitlaatgassen van auto's en in verbrandingsgassen van de industrie. Ze zitten ook in veevoer. Via de mest komen ze weer naar buiten. Op die manier komen de stikstofverbindingen in het milieu terecht.

SCHADE VOOR DE NATUUR

Een teveel aan stikstofverbindingen in de natuur is schadelijk. Gras en brandnetels groeien er goed op, maar allerlei zeldzame planten kunnen niet tegen te veel stikstof. Daardoor gaat de biodiversiteit achteruit. In water zorgt te veel stikstof ervoor dat er enorm veel algen komen. Uiteindelijk komt daardoor te weinig zuurstof in het water en gaan vissen dood.

Om schade aan de natuur te beperken, neemt de overheid allerlei maatregelen. Daarmee moet de stikstofuitstoot worden beperkt. Minder verkeer of minder hard rijden is een oplossing, maar minder vee houden ook.

Afb. 1 Een boer rijdt mest uit op zijn land.

OPDRACHTEN

6 Bij de verbranding van benzine in een automotor ontstaan stikstofverbindingen. Wanneer deze stikstofverbindingen in de lucht terechtkomen, kunnen ze reageren en fijnstof vormen.

a Welke twee stoffen ontstaan er nog meer bij de verbranding van benzine?

.....

b Welk gas wordt er bij verbranding verbruikt? .....

c De lucht die je inademt, bestaat voor bijna 80% uit stikstofgas.
Hoe verschilt uitgeademde lucht van ingeademde lucht? Gebruik daarbij: *evenveel* – *meer* (2×) – *minder*.

Uitgeademde lucht bevat ..... stikstof, ... zuurstof, ...

koolstofdioxide en ..... waterdamp dan ingeademde lucht.

d Waarom is het onverstandig om buiten te sporten als er veel stikstofverbindingen in de lucht zitten?

.....

.....

7 Vooral in de mest van koeien en varkens zitten veel stikstofverbindingen.

a Is de stikstof in mest een biotische factor of een abiotische factor? Leg je antwoord uit.

.....

.....

b Maakt stikstof in mest deel uit van een ecosysteem? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

c Milan zegt: 'Stikstof zit overal, dus het is alleen te onderzoeken op het niveau van de levensgemeenschap.'
Heeft Milan gelijk? Leg je antwoord uit.

.....

.....

8 In de berm van een drukke weg groeit witte dovenetel. Het is een plant die het goed doet op vochtige, stikstofrijke grond. De stikstof is opgelost in het water dat in de grond zit.

a Leg uit hoe de stikstof in de witte dovenetel terechtkomt.

.....

.....

b Doordat stikstof goed in water oplost, spoelt het gemakkelijk uit de bodem weg. Na een periode van veel regen krijgt de witte dovenetel daardoor een gebrek aan stikstof. De plant kan dan onvoldoende bladgroenkorrels maken en de bladeren worden geel. Leg uit dat de witte dovenetel niet kan overleven zonder stikstof.

.....

.....

.....

.....

.....

A

Kort nadat een boer zijn land heeft bemest, gaat het flink regenen. Daardoor spoelt de stikstof van het land in een naastgelegen sloot en komt uiteindelijk in een meertje terecht. De algen in het meertje groeien daardoor explosief. Dit wordt algenbloei genoemd (zie afbeelding 2).

a In een voedselketen behoren algen tot de producenten.
Leg uit dat algen bladgroenkorrels hebben.

.....

.....

b Leg uit dat het biologisch evenwicht tijdens algenbloei verstoord raakt.

.....

.....

.....

c Na verloop van tijd groeit het hele wateroppervlak dicht met algen. De algen houden het zonlicht tegen.
Leg uit dat de andere planten in het water daardoor doodgaan.

.....

.....

.....

d Na verloop van tijd gaan veel algen dood.
Samen met de resten van de dode waterplanten zijn er daardoor veel dode resten in het water.
Deze resten worden als voedsel gebruikt door *afvaleters / consumenten van de eerste orde / consumenten van de tweede orde / producenten / reducenten*. Daarna worden de resten verder afgebroken door *afvaleters / consumenten van de eerste orde / consumenten van de tweede orde / producenten / reducenten*.

e Reducenten gebruiken veel zuurstof bij het verwerken van alle resten. Er blijft daardoor erg weinig zuurstof in het water achter.
Welk gevolg heeft dat voor het biologisch evenwicht en de biodiversiteit in en rond het meertje?

.....

.....

.....

Afb. 2 Algenbloei.

De meeste plantensoorten zijn aangepast aan een milieu met weinig stikstof. Maar er zijn ook soorten die zijn aangepast aan een milieu met veel stikstof, zoals brandnetels.

a Hoe verandert de populatiegrootte van brandnetels als er minder stikstof in het milieu komt? Leg je antwoord uit.

.....

.....

b Orchideeën zijn aangepast aan een milieu met weinig stikstof. In een veld met veel stikstof en brandnetels staat een enkele orchidee. Door de vele brandnetels krijgt de orchidee weinig ruimte, weinig water en weinig zonlicht.
Welke biotische en abiotische factoren zorgen ervoor dat de orchidee moeite heeft om te overleven?

.....

.....

c Saskia zegt: 'Als zeldzame planten zoals de orchidee verdwijnen doordat er te veel stikstof in de bodem zit, kun je ze met herintroductie gewoon weer terugbrengen.'
Leg uit waarom Saskia ongelijk heeft.

.....

.....

.....

.....

d Sommige insecten leven van de nectar van de orchidee. Andere dieren eten de bladeren.
Welk gevolg heeft het verdwijnen van de orchidee voor deze dieren?

.....

e Leg uit hoe de biodiversiteit in een heel ecosysteem afneemt als er meer stikstofverbindingen in het milieu aanwezig zijn.

.....

.....

.....

.....

.....

7 Kringlopen

LEERDOELEN

14 Je kunt de kringloop van water beschrijven.
15 Je kunt de kringloop van koolstof beschrijven.

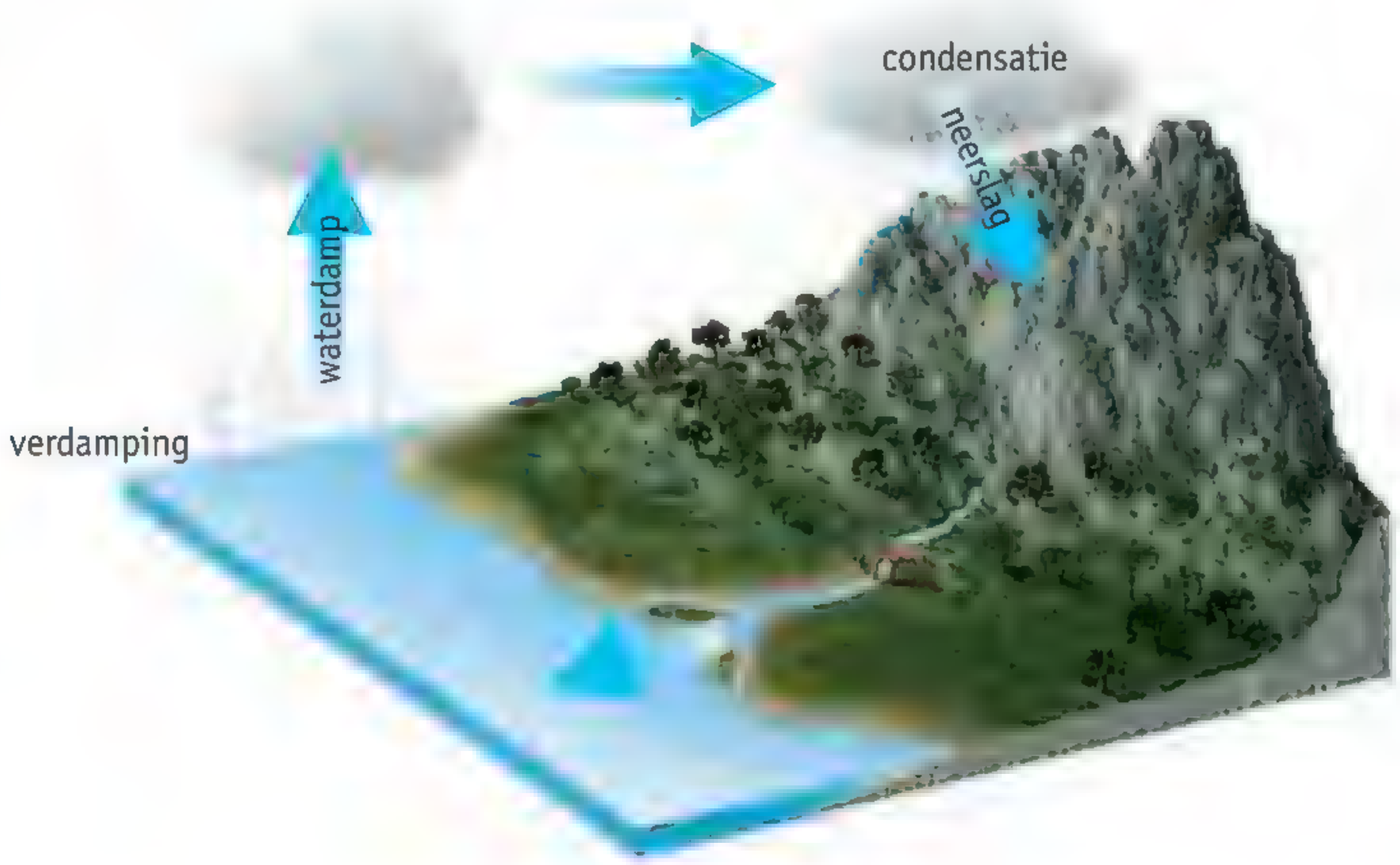
In de natuur doorloopt elke stof een kringloop. Ook water en koolstofdioxide doorlopen een kringloop.

DE KRINGLOOP VAN WATER

Alle organismen hebben water nodig om te kunnen leven. Je krijgt water binnen als je drinkt of eet. Water verlaat je lichaam met de urine, met zweet of door uitademen.
In de natuur doorloopt water een kringloop. Het meeste water bevindt zich in de oceanen en zeeën. Samen bedekken deze ongeveer 75% van het aardoppervlak (zie afbeelding 1).
Het water in de oceanen en zeeën verdampt, vooral als het warm is. De waterdamp stijgt op. Hoog in de lucht wordt het kouder. Daardoor vindt condensatie plaats. De waterdamp vormt dan kleine druppeltjes. Zo ontstaan wolken. Als de druppels in de wolken groter worden, gaat het regenen.
Door neerslag (regen, sneeuw of hagel) keert het water uit de wolken terug op het aardoppervlak. Het water verzamelt zich in rivieren en stroomt terug naar de oceanen en zeeën. Zo is de kringloop van water compleet (zie afbeelding 2).

Afb. 1 Oceanen en zeeën bedekken ongeveer 75% van het aardoppervlak.

Afb. 2 De kringloop van water.

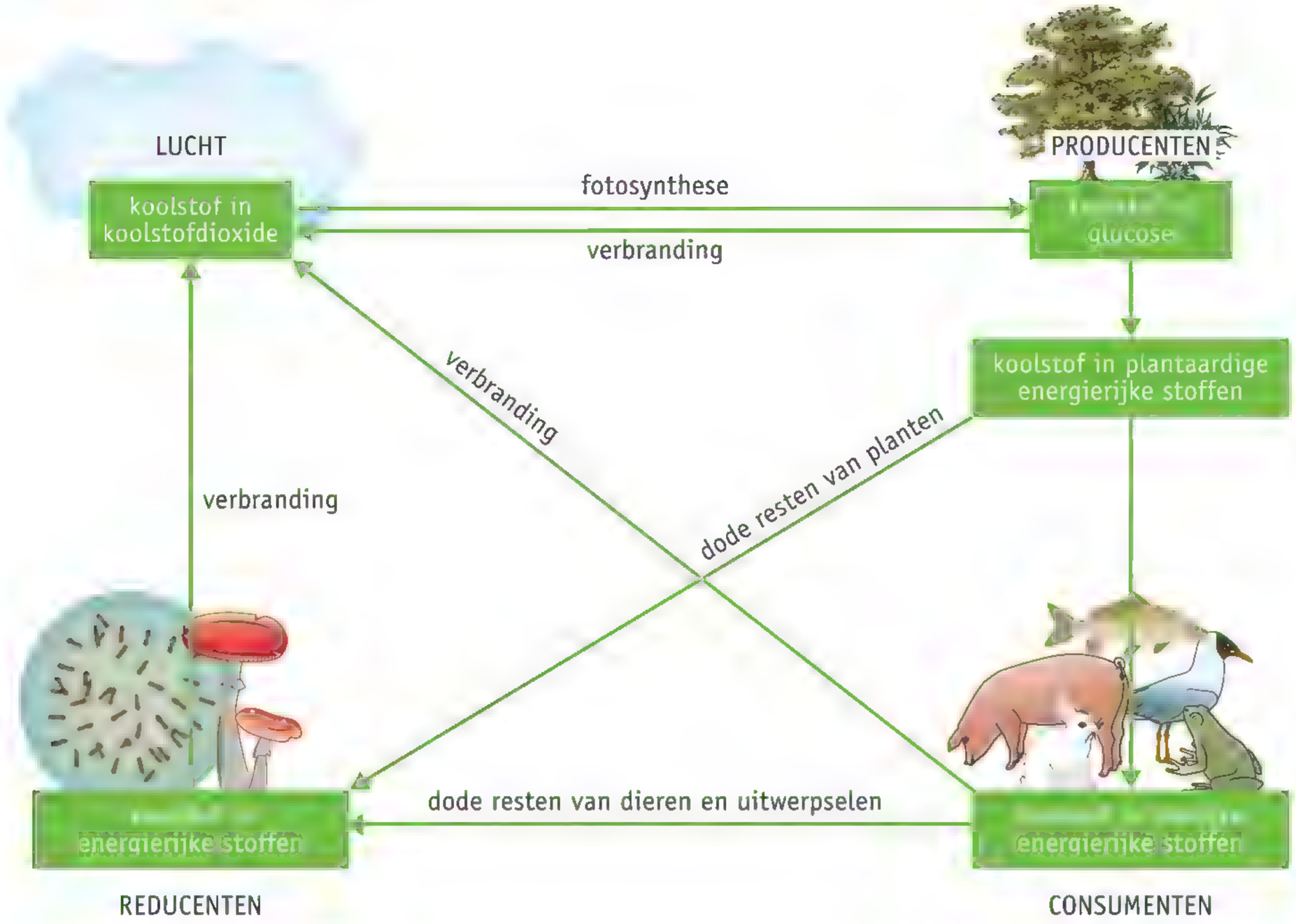


DE KRINGLOOP VAN KOOLSTOF

In afbeelding 3 is de kringloop van koolstof weergegeven. In deze afbeelding zie je hoe koolstof voorkomt in de lucht, in planten, in dieren en in bacteriën en schimmels.

In de lucht komt koolstof voor in koolstofdioxide. Planten (producenten) nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Ze gebruiken het koolstofdioxide bij de fotosynthese. De koolstof uit het koolstofdioxide komt daarbij terecht in glucose.

Afb. 3 De kringloop van koolstof.



Glucose is een energierijke stof. Je lichaam gebruikt glucose als brandstof. De energie in de glucose komt dan vrij. Ook planten gebruiken glucose als brandstof. Bij verbranding ontstaat koolstofdioxide. Planten en dieren geven dat koolstofdioxide af aan de lucht. Een ander deel van de glucose gebruikt de plant om energierijke stoffen te maken, zoals koolhydraten, eiwitten en vetten. De koolstof komt dan terecht in plantaardige energierijke stoffen.

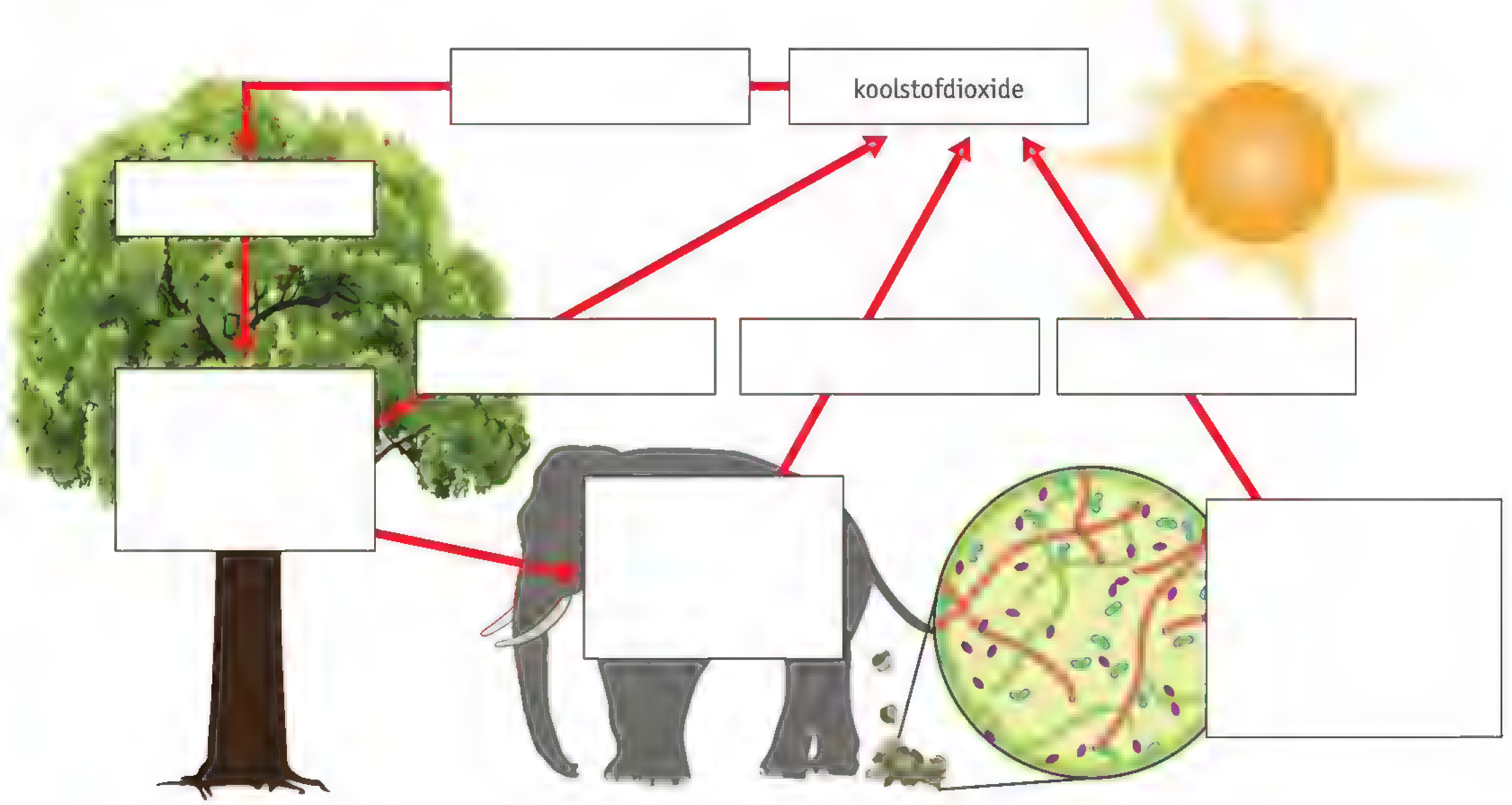
Als een plant wordt gegeten door een dier, komen de energierijke stoffen uit de plant in het dier terecht. Een deel van deze stoffen wordt als brandstof gebruikt bij de verbranding in het lichaam van het dier. Hierbij ontstaat koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven.
Een ander deel van de energierijke stoffen uit de plant wordt gebruikt als bouwstof. De koolstof komt dan in de energierijke stoffen van dieren (koolhydraten, eiwitten en vetten). Ten slotte blijft nog een deel van de plantaardige stoffen onverteerd. Dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen (poep).

Een dier kan worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terechtkomen in het andere organisme.
Planten en dieren sterven ook zonder te worden gegeten. De stoffen in de dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden dan opgenomen door reducenten. De bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstof bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven.

OPDRACHTEN

1 In afbeelding 4 is een deel van de kringloop van koolstof getekend. Bij een boom en een olifant staan negen vakken. In een vak staat het woord koolstofdioxide.
Vul de kringloop verder in. Gebruik daarbij: *energierijke stoffen in bacteriën en schimmels – energierijke stoffen in dieren – energierijke stoffen in planten – fotosynthese – glucose –verbranding* (3×).

Afb. 4 Een deel van de koolstofkringloop.



2
a In welke stof in de lucht komt koolstof voor? in .....
b In welke stoffen in organismen komt koolstof voor?

.....

c Waarvoor hebben planten koolstofdioxide nodig?

.....

d Welke stoffen ontstaan bij fotosynthese?

.....

3
a Noteer twee manieren waarop water je lichaam binnenkomt.

1 .....

2 .....

b Noteer drie manieren waarop water je lichaam verlaat (zie afbeelding 5).

1 .....

2 .....

3 .....

c Welke gebeurtenis in de kringloop van water vindt vooral plaats in de oceanen en zeeën?

.....

d Wat gebeurt er bij de condensatie van water?

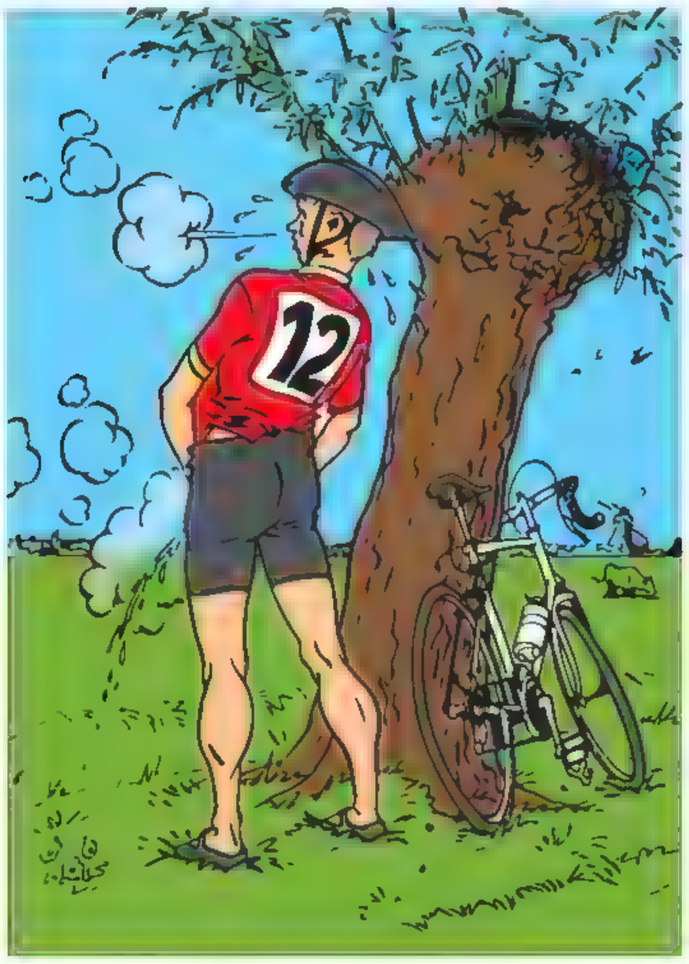
.....

.....

e Noteer drie vormen van neerslag.

.....

Afb. 5 Bijdragen aan de kringloop van water.



4 Een plant wordt gegeten door een dier. Energierijke stoffen van de plant komen dan in het lichaam van het dier terecht.

a Waar blijft de koolstof als deze energierijke stoffen in het lichaam van het dier worden verbruikt als brandstof?

.....

.....

b Waar blijft de koolstof als deze energierijke stoffen in het lichaam van het dier worden gebruikt als bouwstoffen?

.....

c Een deel van de energierijke stoffen die een dier eet, wordt niet verteerd.
Waar komt de koolstof uit de energierijke stoffen dan achtereenvolgens terecht?

.....

.....

.....

d Welke functies hebben bacteriën en schimmels in de koolstofkringloop?

.....

.....

5 Hier staan gebeurtenissen die deel uitmaken van de kringloop van koolstof.
Zet de gebeurtenissen in de juiste volgorde.

..... Bacteriën en schimmels geven koolstofdioxide af aan de lucht.

..... Bacteriën en schimmels verbruiken energierijke stoffen bij de verbranding.

..... Bij de fotosynthese wordt koolstofdioxide verbruikt en ontstaat glucose.

..... Dierlijke energierijke stoffen worden door bacteriën en schimmels opgenomen.

..... Een dier sterft.

1 Een plant neemt koolstofdioxide op uit de lucht.

..... Een plant wordt gegeten door een dier.

..... Glucose wordt omgezet in energierijke stoffen in de plant.

..... Plantaardige energierijke stoffen worden omgezet in dierlijke energierijke stoffen.

+ 6 In afbeelding 6 zie je een schema met enkele processen van de koolstofkringloop.

a Welke pijl stelt de fotosynthese voor?

- ○ A pijl P
- ○ B pijl Q
- ○ C pijl R
- ○ D pijl S
- ○ E pijl T

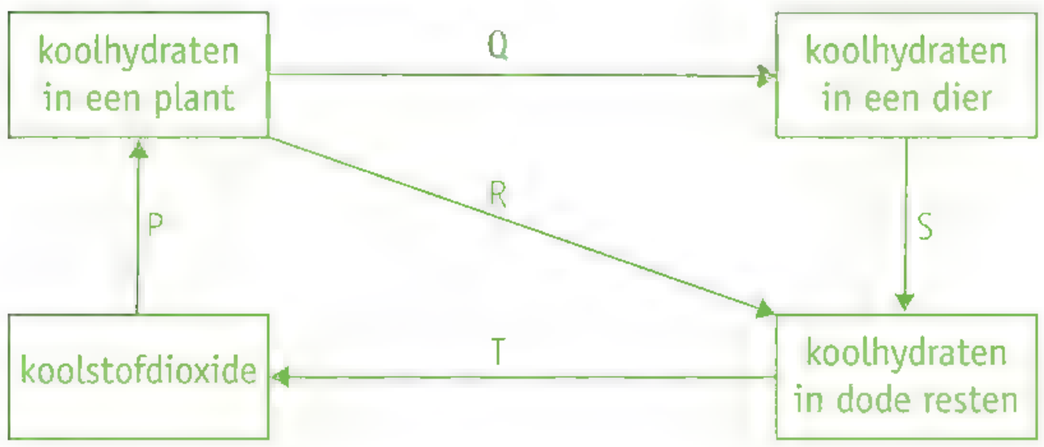
b Welke pijl geeft de omzetting aan die door reducenten wordt uitgevoerd? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Afb. 6 Een koolstofkringloop.



Ga naar de *Flitskaarten*.

8 Voedselproductie

LEERDOEL

16 Je kunt de landbouw in Nederland beschrijven.

Onderzoekers hebben berekend dat er in 2050 ongeveer negen miljard mensen op de aarde zijn. Om al deze mensen te kunnen voeden, zal de voedselproductie moeten verdubbelen.

LANDBOUW

Het voedsel voor mensen komt uit de **landbouw**. Bij landbouw horen alle activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik. Er zijn drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt en tuinbouw (zie afbeelding 1).

Afb. 1 Drie soorten landbouw.

1 akkerbouw

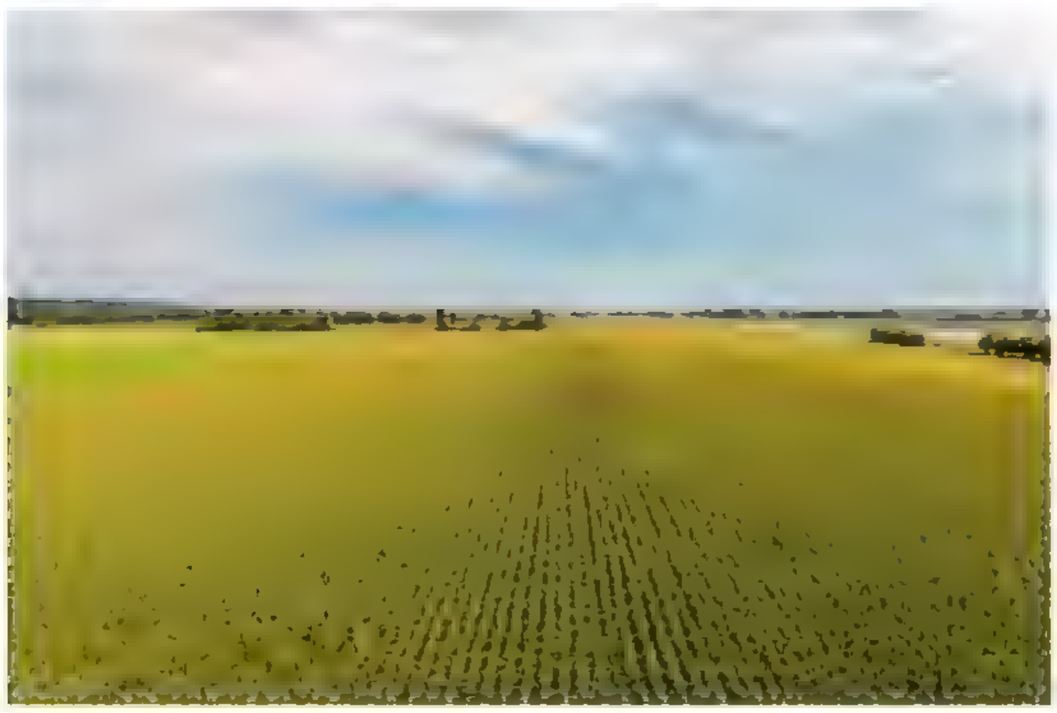
2 veeteelt

3 tuinbouw

AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. Meestal wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd, bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten. Dit noem je **monocultuur** (zie afbeelding 2).
Monoculturen hebben voor akkerbouwers grote voordelen. Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en om te oogsten. Dat gaat snel en gemakkelijk. Bij monoculturen kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd. Een akker brengt veel op.

Afb. 2 Monocultuur: mais.



Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar. Daardoor kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden onder de planten. Er worden gifstoffen gebruikt om dit te voorkomen.
Een ander nadeel is dat door een monocultuur de bodem snel uitgeput raakt. Er wordt mest gebruikt om de mineralen aan te vullen. Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen (zie afbeelding 3). **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in een fabriek. Om beter te kunnen bepalen welke en hoeveel mineralen er in de bodem komen, gebruikt de boer vaak kunstmest om het land te bemesten.

Afb. 3 Mestinjectie op een grasveld.

VEETEELT

Veeteeltbedrijven zijn bedrijven met koeien, kippen, schapen, geiten of paarden. Veehouderijen met weinig grond noem je **intensieve veehouderij**. Omdat de bedrijven weinig grond hebben, verbouwen ze het veevoer niet zelf. Ze kopen voer bij veevoerbedrijven. De grondstoffen voor de productie van het veevoer komen vaak uit het buitenland.

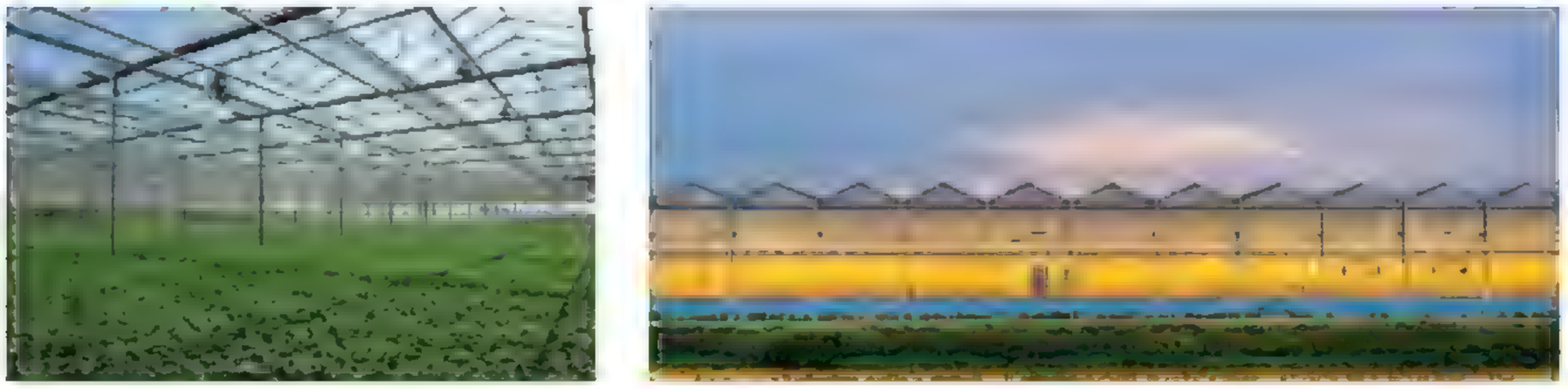
De intensieve veehouderij heeft voor de veehouders voordelen. Dankzij krachtvoer kan een veehouder dieren in grote aantallen houden. Doordat hij heel veel dieren houdt, kan hij veel vlees, melk of eieren produceren.
De intensieve veehouderij heeft ook nadelen. Er ontstaat een **mestoverschot**, doordat er op het eigen bedrijf meer mest wordt gemaakt dan nodig is voor bemesting. Die mest moet worden afgevoerd en verwerkt.

TUINBOUW

Vroeger verbouwden tuinbouwbedrijven de meeste gewassen buiten. Dat heet tuinbouw in de open grond. Nu worden veel tuinbouwgewassen in kassen verbouwd. Dat noem je **glastuinbouw** (zie afbeelding 4.1).
De glastuinbouw heeft voor tuinbouwers grote voordelen. In de kassen kunnen ze zorgen voor gunstige omstandigheden voor de groei van de planten. Daardoor kunnen ze in hun kassen veel voedsel produceren.
Er is nog een voordeel van de glastuinbouw. Voedingsgewassen kunnen in kassen het hele jaar door worden verbouwd. Daardoor kun je veel groenten het hele jaar kopen. Een tuinbouwer kan bijvoorbeeld sla oogsten in de winter.

Glastuinbouw heeft ook nadelen. In de zomer is er in de kassen voldoende licht en warmte om de planten goed te laten groeien. In de andere seizoenen zijn felle lampen nodig voor voldoende licht (zie afbeelding 4.2). Deze lampen gebruiken veel elektriciteit. Door de verbranding van aardgas voor de verwarming van de kassen ontstaan afvalstoffen, waaronder koolstofdioxide. Koolstofdioxide versterkt het broeikaseffect.

Afb. 4 Glastuinbouw.



VISSERIJ

Een deel van onze voedingsmiddelen komt van de **visserij**. Door de groei van de wereldbevolking en door steeds betere vangstmethoden is er sprake van overbevissing. **Overbevissing** betekent dat in een bepaald gebied te veel vis wordt gevangen. Hierdoor verdwijnt die vissoort uit dat gebied. Door overbevissing dreigen verschillende vissoorten uit te sterven, zoals haring, paling, kabeljauw en de meeste tonijnsoorten. Een ander nadeel van de visserij is de bijvangst. **Bijvangst** is het onbedoeld vangen van vissen. Als een visser haring wil vangen, komen er ook allerlei andere vissen in zijn net. De bijvangst wordt vaak overboord gezet.

Naast de visvangst op zee wordt er steeds meer vis geteeld. **Visteelt** is het kweken van vis in speciale bakken of kooien. Een voordeel van visteelt is dat het goedkoper is dan de visserij. Ook kan het overbevissing voorkomen. In Nederland wordt ook vis geteeld, bijvoorbeeld meerval, paling, tilapia, tarbot en forel.

BIOLOGISCHE LANDBOUW

De **biologische landbouw** verbouwt voedsel op een andere manier dan de gangbare landbouw. Biologische landbouw maakt bijvoorbeeld geen gebruik van kunstmest, maar gebruikt alleen mest van dieren. De biologische landbouw werkt niet met monoculturen en gebruikt geen kunstmatige gifstoffen tegen insecten of ziekten. Onkruid wordt verwijderd met de hand of met machines. Een nadeel van de biologische landbouw is dat de opbrengsten vaak lager zijn. Daardoor is meer grond nodig om evenveel voedsel te produceren. Ook zijn de productiekosten hoger, waardoor biologisch voedsel duurder is.

Afb. 5 Producten van de biologische landbouw.

OPDRACHTEN

1 Emelten zijn de larven van langpootmuggen (zie afbeelding 6). Emelten leven vooral in vochtig grasland, twee tot drie centimeter onder de grond. Ze vreten aan jonge wortels van grasplanten. Hierdoor ontstaan kale plekken in het grasland. Een stuk grasland in Nederland is meestal een monocultuur. De langpootmuggen kunnen zich daar goed in voortplanten.

a Waardoor kunnen muggen zich zo goed voortplanten in een monocultuur van gras?

.....

b Waardoor kunnen ziekteverwekkers zich in een monocultuur snel verspreiden?

.....

Afb. 6

1 langpootmug

2 emelt

2 Vroeger werden akkers vaak afgewisseld met kleine bosjes en houtwallen. In de vorige eeuw werden deze kleine akkers samengevoegd tot grote akkers. Hierdoor verdwenen de bosjes en houtwallen. In gebieden met monoculturen is het aantal soorten kleine insectenetende vogels afgenomen.

a Geef hiervoor twee mogelijke oorzaken.

.....

.....

.....

.....

.....

b Wordt de kans op insectenplagen hierdoor groter of kleiner? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

3 Hoort het begrip bij biologische of bij gangbare landbouw?

- dierlijke mest *biologisch / gangbaar*
- kunstmatige gifstoffen *biologisch / gangbaar*
- kunstmest *biologisch / gangbaar*
- monocultuur *biologisch / gangbaar*
- onkruidbestrijding met machines *biologisch / gangbaar*

4 Zijn de volgende kenmerken van monoculturen een voordeel of een nadeel?

- De akkers brengen veel op. *voordeel / nadeel*
- De bodem raakt snel uitgeput. *voordeel / nadeel*
- De gewassen kunnen goedkoop worden verbouwd. *voordeel / nadeel*
- De kans op insectenplagen en ziekten van de gewassen is groot. *voordeel / nadeel*
- Er kan met grote machines worden gewerkt. *voordeel / nadeel*
- Er worden veel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. *voordeel / nadeel*

5 Tuinbouw vindt vaak plaats in kassen. In veel kassen wordt geregeld hoeveel koolstofdioxide de lucht in de kassen bevat.

a Voor welk proces in planten is koolstofdioxide nodig?

.....

b Vooral in de winter zie je regelmatig kassen waarin lampen volop branden. Leg uit dat hierdoor de groei van de planten in de kassen wordt bevorderd.

.....

.....

c Veel kwekers van tomaten laten hommels in hun kas vliegen. Waarvoor zijn de hommels belangrijk?

.....

d Zijn de volgende kenmerken van de glastuinbouw een voordeel of een nadeel?

- De gewassen krijgen precies genoeg water en voedingsstoffen. *voordeel / nadeel*
- De gewassen kunnen extra licht krijgen. *voordeel / nadeel*
- De lampen verbruiken veel elektriciteit. *voordeel / nadeel*
- De temperatuur kan worden geregeld. *voordeel / nadeel*
- Er ontstaat veel koolstofdioxide bij de verbranding in de kachels. *voordeel / nadeel*
- Het hele jaar door kunnen allerlei gewassen worden verbouwd. *voordeel / nadeel*
- In de kassen kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk over de gewassen verspreiden. *voordeel / nadeel*
- In de winter verbruiken de kachels veel aardgas. *voordeel / nadeel*

e Milieuorganisaties vinden dat je 'groenten van het seizoen' moet eten, in plaats van het hele jaar door kasgroenten. Wat vind jij daarvan?

.....

.....

6 Op een website staat de volgende tekst over visserij: 'De meeste moderne vistechnieken maken nauwelijks onderscheid tussen een schol, een kabeljauw en een kreeft. Alles wordt opgevist. Na de vangst bekijken de vissers pas wat ze willen houden.'

a Over welk verschijnsel van de visserij gaat deze tekst?

- ○ A bijvangst
- ○ B overbevissing
- ○ C visteelt

b Leg het verschil uit tussen visserij en visteelt.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten*.

Leren onderzoeken

1 BESCHRIJVEND ONDERZOEK

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 17

Je kunt een onderzoek uitvoeren met een proef. Bijvoorbeeld onderzoeken of een zaadje water nodig heeft om te kiemen. Je kunt ook een bronnenonderzoek doen. Bijvoorbeeld onderzoeken wat je kunt doen om bloedarmoede te voorkomen. Een andere manier van onderzoek doen is een situatie of verschijnsel beschrijven. Dit noem je **beschrijvend onderzoek**.
In afbeelding 1 zie je de zeven stappen van een beschrijvend onderzoek.

Afb. 1

De stappen van een beschrijvend onderzoek

1 Doel onderzoek
Je bedenkt wat je wilt bereiken met je onderzoek.

2 Onderzoeksvraag
Je bedenkt een vraag waar je antwoord op wilt vinden.

3 Werkplan
Je maakt een werkplan. Bij een beschrijvend onderzoek staat het volgende in het werkplan:
- de benodigdheden voor het onderzoek
- het type gegevens dat je gaat verzamelen:
  - tekst (informatie in woorden) en/of
  - cijfers (informatie in getallen in een tabel of een diagram) en/of
  - tekeningen en/of
  - foto's
- hoe je de gegevens gaat verzamelen:
  - met eigen ogen bekijken
  - metingen doen
  - een vragenlijst (enquête) houden

4 Uitvoering
Je voert het onderzoek uit. Hierbij houd je je zo goed mogelijk aan het werkplan.

5 Resultaten
Terwijl je het onderzoek uitvoert, verzamel je de gegevens. De gegevens kunnen tekst, cijfers, tekeningen en foto's zijn. Dit zijn je resultaten.

6 Conclusie
Aan de hand van de resultaten trek je een conclusie. De conclusie geeft antwoord op je onderzoeksvraag.

7 Evaluatie
Je beoordeelt hoe het onderzoek is verlopen. Ging alles volgens het werkplan?

In afbeelding 2 zie je een voorbeeld van een beschrijvend onderzoek.

Afb. 2

Beschrijvend onderzoek naar bijenvriendelijke planten

1 Doel van het onderzoek: wat wil je met je onderzoek bereiken?
Ongeveer de helft van de bijensoorten in Nederland is bedreigd. Sommige soorten zijn zelfs al verdwenen. Je wilt helpen met het behoud van bijensoorten. Dit wil je doen door je tuin bijenvriendelijk te maken. Een bijenvriendelijke tuin heeft veel bloemen waar bijen nectar en stuifmeel uit kunnen halen. Je formuleert het volgende doel:
Het doel van het onderzoek is om meer bijen in mijn tuin te krijgen.

2 De onderzoeksvraag: wat wil ik onderzoeken?
Je wilt weten welke planten je nu in je tuin hebt. Je wilt vooral weten hoeveel planten bijenvriendelijk zijn. Je stelt de volgende onderzoeksvraag:
Hoeveel bijenvriendelijke en niet-bijenvriendelijke planten heb ik in mijn tuin?

3 Het werkplan: wat ga ik doen?
Je kunt de plantensoorten in je tuin opzoeken in een plantenboek. Op internet kun je opzoeken welke plantensoorten bijenvriendelijk zijn. De plantensoorten in je tuin verdeel je in bijenvriendelijk en niet-bijenvriendelijk. Je werkplan is dan:
Benodigdheden:
☐ *een plantenboek*
☐ *een computer met internet*
Ik kijk naar elke plant in mijn tuin. Van elke plant zoek ik in het plantenboek op welke soort het is. Dit noteer ik van elke plant. Daarna zoek ik voor elke soort op of het een bijenvriendelijke plant is. Ook dit noteer ik voor elke plant. In een tabel noteer ik het aantal bijenvriendelijke en niet-bijenvriendelijke planten.

4 De uitvoering
Je verzamelt de benodigdheden. Je voert je onderzoek uit volgens je werkplan.

5 De resultaten: wat neem ik waar?
Je bekijkt de resultaten die je tijdens de uitvoering hebt genoteerd. Je tabel kan er als volgt uitzien:

	Aantal planten
Bijenvriendelijk	5
Niet-bijenvriendelijk	11

6 De conclusie: wat is het antwoord op de onderzoeksvraag?
Aan de hand van je resultaten trek je de conclusie:
Er zijn ruim twee keer zo veel niet-bijenvriendelijke planten als bijenvriendelijke planten in mijn tuin.

7 De evaluatie: hoe verliep het onderzoek?
Het onderzoek is volgens werkplan verlopen. Maar tijdens je onderzoek kwam je erachter dat je een plantenboek gebruikte dat erg oud is. Je weet niet zeker of het boek daardoor verouderde informatie bevat. Je schrijft de evaluatie als volgt:
Het onderzoek verliep volgens werkplan. Het werkplan was niet helemaal in orde. Ik heb namelijk een plantenboek gebruikt dat erg oud is. Ik had beter een nieuw plantenboek kunnen gebruiken.

OPDRACHTEN

Afbeelding 3 is een onderzoekstabel. In deze tabel zie je een wateronderzoek dat een leerling heeft uitgevoerd.

a Waarom is dit een beschrijvend onderzoek?

.....

.....

b Welk type gegevens verzamelt de leerling? *cijfers / foto's / tekeningen / tekst*

c Hoe verzamelt ze deze gegevens?

.....

.....

.....

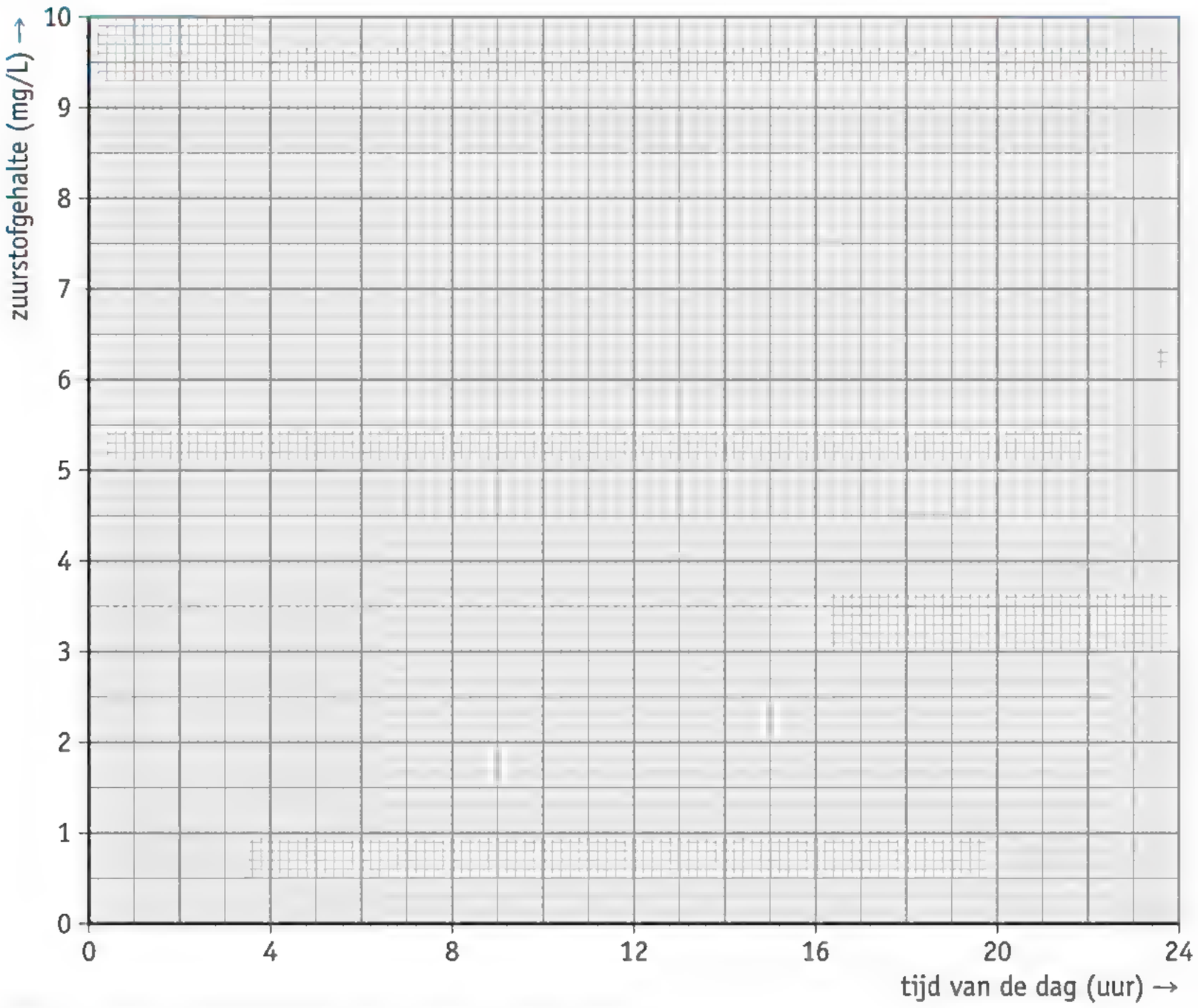
d Teken in afbeelding 4 de grafiek van het zuurstofgehalte gedurende een dag (van 3.30 tot 23.20 uur). Gebruik daarvoor de resultaten uit de tabel.
- Zet bij elk tijdstip een stip op de juiste plaats in het diagram.
- Verbind de stippen met een lijn.

e Welk zuurstofgehalte verwacht je bij water in het omgevallen potje? Lees het af uit het lijndiagram.

.....

Afb. 3

ONDERZOEK	HET ZUURSTOFGEHALTE VAN WATER IN EEN VIJVER
Onderzoeksvraag	Hoe verandert het zuurstofgehalte van het water in een vijver gedurende één dag?
Benodigdheden	☐ zeven potjes om water in te doen ☐ zuurstofmeter ☐ etiketten
Werkplan	Op verschillende tijdstippen gedurende de dag neem ik een beetje water uit de vijver. Elke keer plak ik op het flesje met het water een etiket met daarop het tijdstip waarop ik het water uit de vijver heb gehaald. Ik neem de potjes mee naar school en meet van elk potje met een zuurstofmeter het zuurstofgehalte.
Resultaten	Tijd | Zuurstofgehalte (mg/L) 3:30 uur | 3,6 7:15 uur | 4,3 10:40 uur | –* 13:30 uur | 8,2 17:00 uur | 9,2 20:20 uur | 7,5 23:20 uur | 5,3 * Kon ik niet meten, omdat het potje was omgevallen.



Afb. 4 Het zuurstofgehalte van water in een vijver.

2

Je gaat zelf een beschrijvend onderzoek bedenken en uitvoeren. Je maakt ook een verslag van je onderzoek. Van je docent hoor je waar jouw onderzoek over kan gaan.

- Kies een onderzoeksvraag. Laat je docent weten welke onderzoeksvraag je hebt gekozen.
- Maak een werkplan. In het werkplan staan:
  - de benodigdheden voor je onderzoek
  - hoe je het onderzoek gaat uitvoeren
  - welk type gegevens je gaat verzamelen
  - hoe je de gegevens gaat verzamelen
- Laat je docent het werkplan controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens het werkplan.
- Noteer je resultaten.
- Verwerk je resultaten volgens het werkplan.
- Trek een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Maak een verslag van je onderzoek.

2 EEN BODEMPROFIEL MAKEN

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 18

De grond waar je op staat, bestaat uit veel verschillende lagen. Elke laag heeft andere kenmerken. Deze kenmerken bepalen welke planten er kunnen groeien. Voorbeelden van kenmerken zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof in de bodem.

Met behulp van een grondboor kun je een **bodemprofiel** maken. Dat doe je als volgt:

- Haal begroeiing weg op de plek waar je wilt boren.
- Boor met de grondboor drie halve slagen in de bodem.
- Haal de grondboor uit de bodem.
- Laat de grond voorzichtig uit de grondboor glijden.
- Leg de grond plat naast het boorgat.
- Breng de grondboor opnieuw in het gat.
- Boor opnieuw drie halve slagen.
- Leg de inhoud van de boor als een slurf achter het eerste grondprofiel. Let op: leg de twee stukken met de goede kant tegen elkaar. De bovenkant van de tweede boor leg je tegen de onderkant van de eerste. Zo krijg je aan het eind van de boring een volledig profiel van de grond.
- Boor net zolang tot het boorgat één meter diep is. Dat is de diepte tot waar de plantenwortels ongeveer groeien.

Afb. 5 Doorsnede van de bodem met lagen.

Practica

1 BODEMDIERTJES VERZAMELEN EN DETERMINEREN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 2

40-50 minuten

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevallen takjes en bladeren. Je noemt dat **strooisel.** In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum determineer je dieren die in het strooisel en in de bodem leven. Je verzamelt de dieren op de dag dat je dit practicum doet, voordat de les begint. Probeer dit practicum te doen op een warme middag. Je vindt dan meer diertjes dan op een koude dag.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ 2 glazen potten
- ☐ een schop
- ☐ een groot vel papier
- ☐ een kwastje
- ☐ een zoekkaart, naslagwerk, internet of een app om de naam van bodemdieren op te zoeken

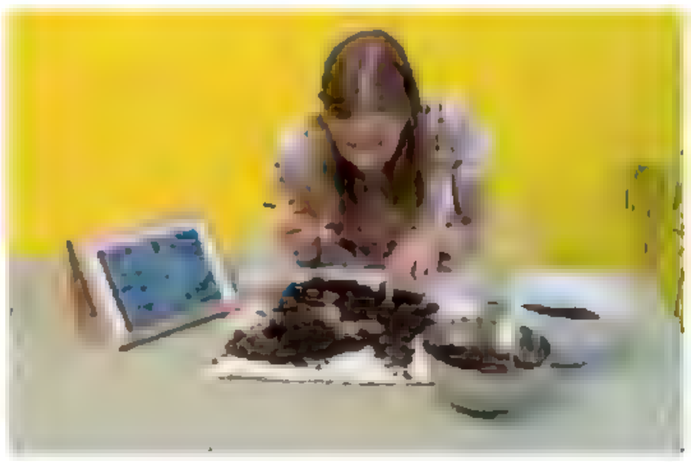
WAT MOET JE DOEN?

- Voordat de les begint, zoek je een plek in de omgeving van de school waar je de strooisellaag gaat onderzoeken.
- Verzamel in de ene glazen pot wat strooisel.
- Graaf een klein stukje bodem op tot ongeveer 10 cm diepte en doe dit in de andere glazen pot (zie afbeelding 1).
- Neem de potten mee naar de les.
- Leeg de pot met het strooisel op het vel papier. Maak de pot schoon.
- Zoek diertjes in het strooisel. Doe dit door het strooisel voorzichtig met het kwastje van de ene kant naar de andere kant van het papier te schuiven (zie afbeelding 2).
- Probeer van elk diertje de naam op te zoeken. Noteer in de tabel welke diersoorten je hebt gevonden. Noteer ook voor elke soort het aantal individuen.
- Stop de gevonden diertjes terug in de glazen pot. Ruim het strooisel op.
- Leeg de pot met het bodemmateriaal op het vel papier. Maak de pot schoon.
- Als het bodemmateriaal uit één geheel bestaat, moet je het voorzichtig verdelen in heel kleine brokjes.
- Zoek diertjes in het bodemmateriaal. Doe dit door het bodemmateriaal voorzichtig met het kwastje van de ene kant naar de andere kant van het papier te schuiven.
- Probeer van elk diertje de naam op te zoeken. Noteer in de tabel welke diersoorten je hebt gevonden. Noteer ook voor elke soort het aantal individuen.
- Stop de gevonden diertjes terug in de glazen pot. Ruim het bodemmateriaal op.

Ecosysteem:			
In het strooisel		In de bovenste bodemlaag	
Diersoort	Aantal	Diersoort	Aantal

Afb. 1 Een monster nemen.

Afb. 2 Bodemdiertjes verzamelen.



2 EEN BODEMPROFIEL MAKEN

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 17 | ► Leren onderzoeken 2

60-70 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum maak je met behulp van een grondboor een bodemprofiel van een stukje bodem, bijvoorbeeld bosgrond, weiland of berm.

WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een grondboor
- ☐ een potlood
- ☐ een vel papier

WAT MOET JE DOEN?

- Maak een bodemprofiel. Gebruik hierbij de beschrijving in Leren onderzoeken 2.
- Boor totdat het boorgat één meter diep is.
- Teken het profiel op papier. Geef de kleuren aan.
- Noteer in de juiste kolom van de tabel voor grondboring:
  - de kleur (gebruik de grond als vingerverf en wrijf de kleur in het juiste vakje)
  - wat je ziet (korrels, steentjes, wortels, takjes, half verrotte plantenresten, roestplekken)
  - hoe het voelt (hard, zacht, korrelig, droog, vochtig, nat, plakkerig)
- Probeer met de grond een bergje, dropje, rolletje, hoefijzer en cirkel te maken (zie afbeelding 3). Door dit te doen, kun je de grondsoort bepalen.
- Noteer in de laatste kolom de grondsoort.

Grondboring	Kleur	Wat zie je?	Hoe voelt het?	Grondsoort
Diepte				
tot cm				
tot cm				
tot cm				
tot cm				
tot cm				

Afb. 3 Grondsoorten.
Probeer met de grondsoort een bergje, dropje, rolletje, hoefijzer en cirkel te maken. Je kunt dan hieronder aflezen om welke grondsoort het gaat.

Schema voor grondsoort:

A bergje → bestaat uit: zand

B dropje/rondje → bestaat uit: lemig zand

C rolletje (10 cm) met scheuren → bestaat uit: zandig leem

D rolletje (10 cm) zonder scheuren → bestaat uit: leem

E hoefijzer met scheuren → bestaat uit: kleiige leem

F hoefijzer zonder scheuren → bestaat uit: lemige klei

G cirkel → bestaat uit: klei

3 BIOLOGISCH AFBREEKBAAR AFVAL

► Basisstof 5 | ► Leerdoelen 5 en 10

Les 1: 15-20 minuten, les 2 t/m 6: 5 minuten, les 7: 5-10 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je of aluminiumfolie, een appelschil, een plastic boterhamzakje en toiletpapier biologisch afbreekbaar zijn.

WAT HEB JE NODIG?

De benodigdheden staan in de tabel.

WAT MOET JE DOEN?

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

ONDERZOEK	BIOLOGISCH AFBREEKBAAR AFVAL
Doel onderzoek	
Onderzoeksvraag	Zijn aluminiumfolie, een appelschil, een plastic boterhamzakje en toiletpapier biologisch afbreekbaar?
Hypothese	
Benodigdheden	☐ 4 (jam)potjes ☐ 4 etiketten ☐ (tuin)aarde ☐ water ☐ een mes ☐ aluminiumfolie ☐ appelschil ☐ een plastic boterhamzakje ☐ toiletpapier
Werkwijze	• Plak op elk potje een etiket. • Doe in elk potje een flinke laag aarde (zie afbeelding 4). Maak de laag aarde een beetje vochtig. • Snijd of scheur het afval in stukken. • Doe in elk potje een klein beetje van één soort afval. Meng het afval met de aarde. Gebruik daarbij het mes. • Noteer op het etiket welk afval je in het potje hebt gedaan. • Zet de potjes weg. • Bekijk zes weken lang elke week wat er met het afval is gebeurd. Doe dat steeds op dezelfde dag van de week. • Noteer in het schema wat er met het afval is gebeurd. Gebruik hierbij: *afgebroken – een beetje afgebroken – nog niet veranderd*. • Zorg ervoor dat de aarde tijdens het onderzoek een beetje vochtig blijft. **Afb. 4**

Resultaat	

Tijd	Soort afval			
	Aluminium-folie	Appelschil	Plastic boter-hamzakje	Toiletpapier
Na 1 week				
Na 2 weken				
Na 3 weken				
Na 4 weken				
Na 5 weken				
Na 6 weken				

Conclusie	De volgende soorten afval zijn biologisch afbreekbaar: De volgende soorten afval zijn niet biologisch afbreekbaar:
Evaluatie	Is de conclusie hetzelfde als de hypothese? *ja / nee* Was de hypothese juist? *ja / nee* Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders?

4 VERVUILING IN EN RONDOM JE SCHOOL

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 10

Les 1: 10-15 minuten, les 2: 10-15 minuten

WAT GA JE DOEN?

Stichting Nederland Schoon heeft foto's gemaakt van een aantal plekken in en rondom scholen. De stichting heeft ook aan mensen gevraagd om een cijfer van 1 tot en met 5 te geven voor de mate van vervuiling met zwerfafval (zie tabel 1).
In afbeelding 5 zie je tien voorbeelden binnen en buiten een school met de gemiddelde scores die mensen hiervoor hebben gegeven.
In dit practicum bekijk je de mate van vervuiling in en rondom jullie school. Hiervoor geef je een cijfer.
Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

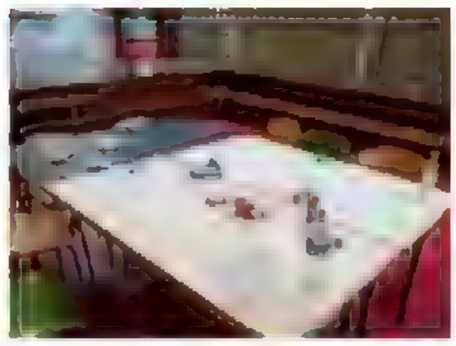
Tabel 1

Zeer vuil	score 1
Vuil	score 2
Matig schoon	score 3
Schoon	score 4
Zeer schoon	score 5

WAT MOET JE DOEN?

- Kies in overleg met je docent vier plekken binnen school en twee plekken buiten school. Kies ook de momenten waarop je de plekken een cijfer gaat geven. Bijvoorbeeld: de pauzeruimte voor en na de middagpauze.
- Vul in de tabel op de volgende bladzijde de plekken en het tijdstip in.
- Geef samen met je klasgenoot een cijfer voor de mate van vervuiling (1 tot en met 5). Bekijk hierbij de foto's van afbeelding 5. Als je een cijfer geeft, moet je alleen kijken naar het zwerfafval. Het gaat dus niet om andere factoren, zoals een vieze muur of ander vuil zoals hondenpoep.
- Vergelijk je scores met klasgenoten. Bespreek samen jullie scores.

Afb. 5

Binnen school		
score 1 zeer vuil	score 2 vuil	score 3 matig schoon
		
score 4 schoon	score 5 zeer schoon	

Buiten school		
score 1 zeer vuil	score 2 vuil	score 3 matig schoon
score 4 schoon	score 5 zeer schoon	

Plaats	Tijdstip	

5 AFVAL BIJ JE THUIS

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 13

30-40 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum houd je twee dagen bij wat voor afval bij je thuis wordt weggegooid.

WAT MOET JE DOEN?

- Houd twee dagen bij welk afval bij je thuis wordt weggegooid. Noteer dit in de *Turflijst afval*. Doe dat door in de tweede kolom een kruisje te zetten achter het afval. Als je bijvoorbeeld drie drankblikjes weggooit, zet dan drie kruisjes. Op de lege regels kun je afval noteren dat nog niet in de turflijst staat.
- Noteer al het afval. Noteer dus ook de oude kranten, de lege flessen, enzovoort.
- Vraag je huisgenoten om je mee te helpen met het invullen van de turflijst.

TURFLIJST AFVAL	
Gft-afval	
Groenteafval (per maaltijd)	
Aardappelschillen (per maaltijd)	
Schillen (per vrucht)	
Klokhuis (per stuk)	
Botjes (per stuk)	
Eierschalen (per stuk)	
Koffiefilters of koffiepads (per stuk)	
Bladeren (per emmer)	
Gras (per emmer)	
Verwelkte bloemen (per bos)	

Papier en karton	
Krant (per stuk)	
Tijdschrift (per stuk)	
Reclamefolder (per stuk)	
Melkpak/yoghurtpak/frisdrankpak (per stuk)	
Grote kartonnen doos (per stuk)	
Kleine doos (bijvoorbeeld voor hagelslag) (per stuk)	
Koffiepak (per stuk)	
Luciferdoosje (per stuk)	
Snoepwikkel (per stuk)	
Eierdoos (per stuk)	
Groentezak (per stuk)	

Glas	
Literfles (per stuk)	
Wijnfles (0,75 L, per stuk)	
Frisdrankflesje (per stuk)	
Koffiemelkflesje (per stuk)	
Grote pot (0,7 L, per stuk)	
Jampotje (0,35 L, per stuk)	

Plastic en andere kunststoffen	
Yoghurtbeker (per stuk)	
Melkfles (per stuk)	
Margarinekuipje/boterkuipje (per stuk)	
Afwasmiddelfles (per stuk)	
Shampoofles (per stuk)	
Broodverpakking (per stuk)	
Boterhamzakje (per stuk)	
Snoepverpakking/koekverpakking (per stuk)	

Textiel	
Poetsdoekje (per stuk)	
Oude sokken (per paar)	
Oud T-shirt (per stuk)	
Oud ondergoed (per stuk)	

Metalen	
Frisdrankblikje/bierblikje (per stuk)	
Conservenblik (1 L, per stuk)	
Conservenblik (0,5 L, per stuk)	
Leverpasteiblikje (per stuk)	
Smeerkaaskuipje (per stuk)	
Aluminiumfolie (per 25 cm)	
Haarlakspuitbus (per stuk)	
Batterij (per stuk)	

Overig afval (hout, stenen, enzovoort)	
Sinaasappelkistje (per stuk)	
Sigarenkistje (per stuk)	
Gebroken beker (per stuk)	
Gebroken bord (per stuk)	

Vergelijk de turflijst met die van de leerling naast je. Als het kan, vergelijk de turflijst dan ook met die van andere leerlingen.

a Noteer vijf afvalproducten die je allebei (of allemaal) hebt weggegooid.

.....

.....

b Welke afvalgroep heb je het vaakst aangekruist?

.....

c Is bij jullie beiden (of bij jullie allemaal) dezelfde afvalgroep het grootst?

.....

.....

6 VOEDSELAFDRUK

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 13

30-40 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je wat de voedselafdruk van je klas is. Je voedselafdruk is onderdeel van je ecologische voetafdruk. Je bekijkt in dit practicum ook wat je kunt doen om de voedselafdruk van je klas te verlagen. Je hoeft geen hypothese te bedenken.

WAT HEB JE NODIG?

De benodigdheden staan in de tabel.

WAT MOET JE DOEN?

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

<table>
<tr><th>ONDERZOEK</th><th>VOEDSELAFDRUK</th></tr>
<tr><td>Doel onderzoek</td><td>De voedselafdruk van de klas verlagen.</td></tr>
<tr><td>Onderzoeksvraag</td><td>Wat is de voedselafdruk van de klas en hoe kan deze worden verlaagd?</td></tr>
<tr><td>Benodigdheden</td><td>een computer, mobiel of tablet met internet</td></tr>
<tr><td>Werkwijze</td><td>• Ga naar de website van het voedingscentrum. Typ als trefwoord ‘voedselafdruk’ in. Je vindt dan een test met vijftien vragen om je voedselafdruk te bepalen.
• Maak de test. Als een vraag voor jou niet geldt, probeer hem dan te beantwoorden voor je ouders, verzorgers of huisgenoten.
• Noteer in de eerste tabel hoeveel hectare landbouwgrond en hoeveel liter water per dag jouw voedselafdruk is. Noteer ook welke uitdaging(en) het voedingscentrum jou aanbiedt om je voedselafdruk te verlagen.
• Verzamel de gegevens van al je klasgenoten.
• Bereken de totale voedselafdruk van de klas. Bereken ook de gemiddelde voedselafdruk per leerling. Zet deze gegevens in de tweede tabel.
• Noteer in de derde tabel alle uitdagingen die de klas heeft gekregen en hoe vaak elke uitdaging is voorgekomen.</td></tr>
<tr><td>Resultaat</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>Mijn voedselafdruk</th></tr>
<tr><td>Landbouwgrond (ha)</td><td></td></tr>
<tr><td>Water (L per dag)</td><td></td></tr>
</table>
Uitdagingen:
•
•
•
<table>
<tr><th></th><th>Landbouwgrond (ha)</th><th>Water (L per dag)</th></tr>
<tr><td>Totaal</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Gemiddeld per leerling</td><td></td><td></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>Uitdaging</th><th>Aantal</th></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Conclusie</td><td></td></tr>
<tr><td>Discussie</td><td>Verliep alles volgens het werkplan? Bijvoorbeeld: hebben alle leerlingen van de klas de test gedaan? Heb je alle vragen kunnen beantwoorden?</td></tr>
</table>

Samenvatting

BASIS

ORGANISMEN EN HUN OMGEVING

1 Je kunt biotische en abiotische factoren onderscheiden.

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur, bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur, bijv. licht, lucht, temperatuur, wind en water.

2 Je kunt de niveaus van de ecologie beschrijven.

- Individu: één organisme.
- Populatie: een groep organismen van dezelfde soort die in een gebied met elkaar samenleven.
- Levensgemeenschap: alle populaties die in een ecosysteem leven.
- Ecosysteem: een bepaald gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen.

BASIS

VOEDSELRELATIES

3 Je kunt een voedselketen en een voedselweb maken.

- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort.
  - Een voedselketen bestaat uit schakels.
  - Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.
  - De tweede schakel bestaat uit planteneters.
  - De andere schakels (derde, vierde, enzovoort) bestaan uit vleeseters of alleseters.
- Voedselweb: het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.
  - In een voedselweb komen meerdere voedselketens voor.

4 Je kunt de groepen organismen in de kringloop van stoffen onderscheiden.

- Producenten: leveren het voedsel voor alle andere organismen.
  - Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.
  - Met de energie uit zonlicht zet een plant koolstofdioxide en water om in glucose en zuurstof.
- Consumenten: eten de stoffen die door planten zijn gemaakt.
  - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, en die weer door consumenten van de derde orde, enz.
  - Tot de consumenten behoren planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters.
  - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
  - Hierdoor komen er weer voedingsstoffen vrij voor de producenten.
  - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.

5 Je kunt biologisch afbreekbaar afval en niet-biologisch afbreekbaar afval onderscheiden.

- Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten kan worden afgebroken.
  - Afvalresten van plantaardig of dierlijk materiaal, bijv. bladeren, uitwerpselen, fruitschillen, broodkorsten, papier.
- Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
  - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval, bijv. batterijen, glas, verpakkingen van plastic en metaal.

BASIS 3

SAMENLEVEN

6 Je kunt uitleggen wat een biologisch evenwicht is.

- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt rondom een bepaalde waarde.
  - De populatiegrootte is afhankelijk van biotische en abiotische factoren.

7 Je kunt uitleggen hoe soorten afhankelijk zijn van elkaar voor voedsel, een schuilplaats en voortplanting.

- Elk individu heeft relaties met andere individuen.
  - concurrentie, bijv. om voedsel, een partner of een veilige plek
  - samenwerking, bijv. bij de jacht of bij paarvorming
- Symbiose: langdurige relatie tussen individuen van verschillende soorten, bijv. korstmos.
  - parasitisme: een individu heeft voordeel en het andere heeft nadeel, bijv. teek

BASIS 4

NATUURBEHEER

8 Je kunt manieren noemen waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

- Mensen zijn afhankelijk van hun leefomgeving (milieu) voor:
  - voedsel
  - water
  - zuurstof
  - grondstoffen
  - energie
  - recreatie

9 Je kunt manieren noemen waarop mensen in Nederland de natuur beheren.

- Biodiversiteit is de variatie aan soorten in de natuur.
  - Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.
- Natuurbeheer: behouden, beschermen en herstellen van de natuur.
  - bedreigd: een soort heeft moeite om te overleven
  - uitsterven: een soort is voor altijd verdwenen
- Herintroductie: het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.
- Maatregelen bij natuurbeheer:
  - herintroductie, bijv. ooievaar, bever
  - bescherming door later maaien, bijv. weidevogels
  - kappen van bomen, bijv. om heide open te houden
  - afschot (jacht), bijv. vossen om weidevogels te beschermen
  - waterbeheer, bijv. rivieren verbreden

BASIS 5

MENS EN MILIEU

10 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van uitputting en vervuiling.

- Oorzaken van de milieuproblemen.
  - bevolkingsgroei: meer mensen hebben meer voedsel, energie en grondstoffen nodig
  - manier van leven: consumptie, industrie, apparaten en vervoer
- De mens zorgt voor milieuproblemen door:
  - uitputting (te veel stoffen uit het milieu halen), bijv. fossiele brandstoffen, grondstoffen
  - vervuiling (schadelijke stoffen aan het milieu toevoegen), bijv. afvalstoffen
- Vervuiling: luchtvervuiling, bodemvervuiling, watervervuiling, bijv.:
  - stikstof uit mest in de lucht
  - giftige stoffen uit de industrie in de bodem
  - zware metalen in het grondwater

- Gevolgen van de milieuproblemen:
  - biodiversiteit neemt af, bijv. uitsterven van zeldzame planten
  - milieuvervuiling, bijv. giftige stoffen in de voedselketen

11 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van klimaatverandering.

- Broeikaseffect: een deel van de warmte-uitstraling van de aarde wordt tegengehouden door gassen in de dampkring.
  - Zonder dit broeikaseffect zou de temperatuur op aarde 30 °C lager zijn.
  - De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgassen aan de dampkring worden afgegeven, warmt de aarde op.
  - Oorzaken zijn o.a. fossiele brandstoffen en veeteelt.
  - Gevolg is klimaatverandering.
- Klimaatverandering:
  - Stijging van de zeespiegel; hierdoor kunnen laaggelegen gebieden overstromen.
  - Door droogte zullen woestijnen groter worden.
  - In sommige gebieden wordt landbouw onmogelijk, terwijl andere gebieden juist geschikter worden voor de landbouw.
  - Bepaalde planten en dieren verdwijnen, terwijl andere soorten juist verschijnen.
  - Verstoring van voedselketens: sommige soorten verschijnen eerder in het jaar, andere soorten niet. Hierdoor ontstaat voor sommige soorten een tekort aan voedsel.

BASIS 6 DUURZAAMHEID

12 Je kunt uitleggen wat duurzaamheid is.

- Duurzaamheid:
  - niet meer stoffen uit het milieu halen dan het milieu kan aanvullen
  - niet meer stoffen toevoegen aan het milieu dan het milieu kan verwerken

13 Je kunt aangeven wat duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland kunnen zijn.

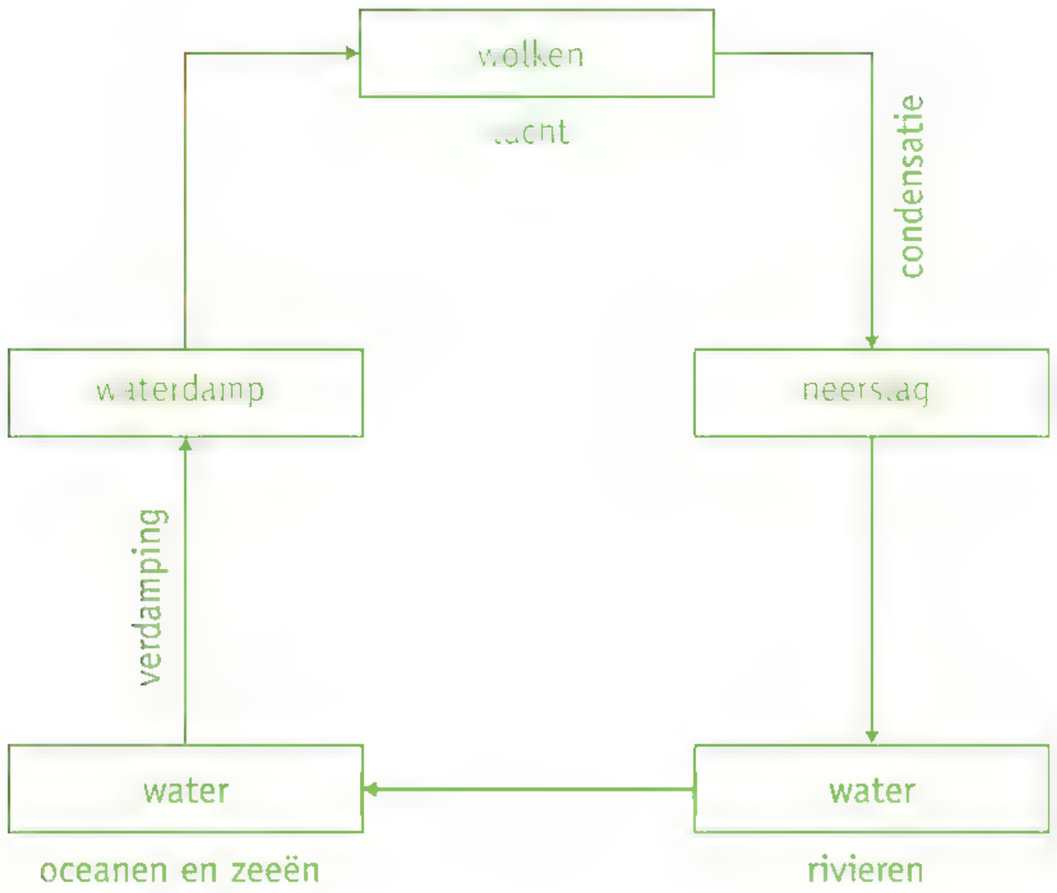
- Duurzame energie: de energiebron raakt niet op en veroorzaakt geen of minder milieuvervuiling.
  - biomassa: als brandstof om elektriciteit op te wekken, als grondstof voor biobrandstof
  - elektriciteit uit windenergie en zonne-energie
- Duurzame landbouw:
  - precisielandbouw: met behulp van technologie de opbrengst vergroten
  - kringlooplandbouw: hergebruik van stoffen, zo min mogelijk grondstoffen gebruiken
- Duurzame grondstoffen:
  - hergebruik
  - recycling
- Maatregelen tegen vervuiling, bijv. afvalzuivering, katalysator, luchtfilter.
- Maatregelen tegen broeikasgassen, bijv. zuinige apparaten om minder fossiele brandstoffen te gebruiken.

EXTRA 7

KRINGLOPEN

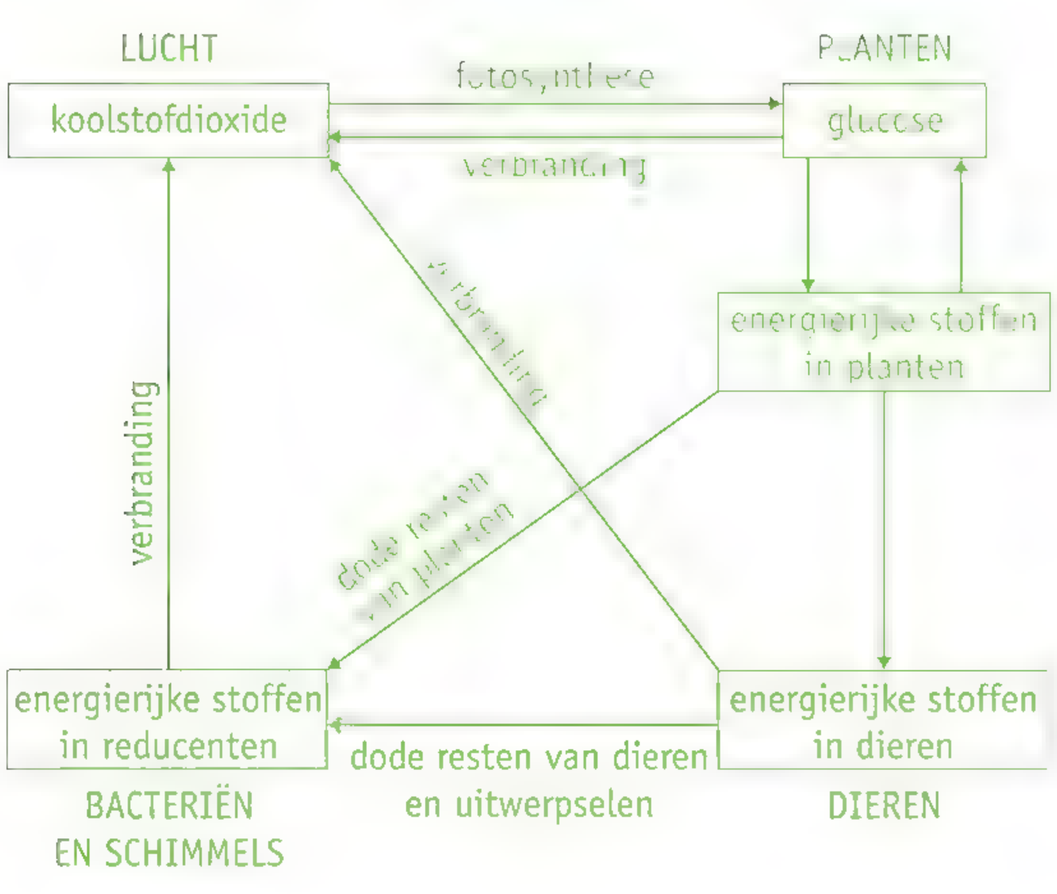
14 Je kunt de kringloop van water beschrijven.

- De kringloop van water.



15 Je kunt de kringloop van koolstof beschrijven.

- De kringloop van koolstof.



EXTRA 8

VOEDSELPRODUCTIE

16 Je kunt de landbouw in Nederland beschrijven.

- Landbouw: de activiteiten waarbij het natuurlijke milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.
  - drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt, tuinbouw
- Kenmerken van de akkerbouw:
  - Grote bedrijven met veel grond.
  - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
- Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
  - voordelen: grote machines, goedkoop, hoge opbrengst
  - nadelen: kans op insectenplagen en op ziekten, gebruik van giftige stoffen om de gewassen te beschermen, grond raakt snel uitgeput
- Kenmerken van de intensieve veehouderij:
  - Bedrijven met veel dieren op weinig grond.
  - Veevoer wordt niet zelf verbouwd, maar gekocht.
  - Er is meestal een mestoverschot.
- Kenmerken van de tuinbouw:
  - Tuinbouw vindt plaats in kassen (glastuinbouw) of in de open grond.
  - Voordeel: gewassen kunnen het hele jaar door worden verbouwd.
  - Nadeel: het kost veel energie om de producten te verbouwen.
- Visserij: visvangst op open water (zee, meer of rivier).
  - overbevissing: te veel vis vangen in een bepaald gebied
  - bijvangst: het onbedoeld vangen van vis; wordt vaak overboord gegooid
  - visteelt: kweken van vis in speciale bakken of kooien
- Kenmerken van de biologische landbouw:
  - Er zijn geen monoculturen.
  - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
  - Er worden geen kunstmatige gifstoffen gebruikt.
  - De producten zijn meestal duurder.

ONDERZOEK

LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

17 Je kunt (met hulp) een beschrijvend onderzoek uitvoeren.

18 Je kunt (met hulp) een bodemprofiel maken.

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

Zorgen voor

In dit project ga je (met hulp) een eigen onderzoek bedenken, voorbereiden, uitvoeren en presenteren. Het project duurt ongeveer vier lesuren. Je werkt samen in groepjes van drie. Ook buiten de lesuren werk je aan het project.

Verduurzamen van de school

DOEL VAN JE ONDERZOEK

Het doel van je onderzoek is een bijdrage leveren aan het verduurzamen van je school. Er zijn vier thema's. Je docent heeft bij elk thema een aantal onderzoeken waaruit je kunt kiezen.
De vier thema's zijn:

- afval en recyclen
- biodiversiteit rond de school
- duurzame energie op school
- duurzame voeding

Je onderzoekt hoe duurzaam (of niet duurzaam) jouw school al is. Je kunt bijvoorbeeld een bronnenonderzoek doen naar groene energie voor scholen, maar je kunt ook de biodiversiteit op jouw schoolplein onderzoeken. Of je onderzoekt wat er gebeurt met het afval van de kantine. Bedenk het maar!

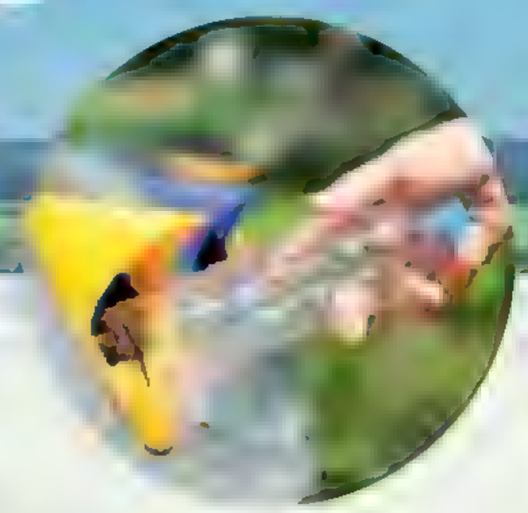
Aan het eind van het onderzoek geef je een advies aan de schoolleiding van jouw school. Hoe kan de leiding jouw school (nog) duurzamer maken?

UITVOERING

Hiernaast staan de onderzoeksvaardigheden die je hebt geleerd. Pas tijdens het project minimaal tien van deze vaardigheden toe. Maak een lijstje van de vaardigheden die je gebruikt.

- Kies samen uit de vier thema's één thema waar je onderzoek naar wilt doen. Van je docent krijg je onderwerpen die bij het thema horen.
- Kies samen het onderzoek dat je wilt doen.
- Lees het werkblad van het onderzoek helemaal door.
- Voer het onderzoek uit. Volg hierbij de aanwijzingen op het werkblad.
- Deel je onderzoek met je klasgenoten. Je docent bepaalt of je een verslag maakt of een presentatie geeft.

de toekomst



ONDERZOEKSVAARDIGHEDEN

Algemeen

1 Je kunt de stappen van een onderzoek beschrijven.
2 Je kunt (met hulp) een bronnenonderzoek uitvoeren.
3 Je kunt (met hulp) een beschrijvend onderzoek uitvoeren.

Onderzoek

4 Je kunt (met hulp) het doel van een onderzoek bedenken.
5 Je kunt een keuze maken uit een aantal onderzoeksvragen.
6 Je kunt een keuze maken uit een aantal hypothesen.
7 Je kunt een deels uitgewerkt werkplan aanvullen.
8 Je kunt (met hulp) een onderzoek uitvoeren volgens een werkplan.
9 Je kunt (met hulp) nauwkeurig metingen uitvoeren.

Resultaten en conclusie

10 Je kunt (met hulp) je resultaten weergeven in een staafdiagram, een lijndiagram of een cirkeldiagram.
11 Je kunt (met hulp) een tabel of een grafiek maken.
12 Je kunt (met hulp) digitaal een tabel of een grafiek maken.
13 Je kunt beschrijven wat je in een tabel of een grafiek ziet.
14 Je kunt een conclusie trekken die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
15 Je kunt (met hulp) de hypothese vergelijken met de conclusie.
16 Je kunt beoordelen hoe het onderzoek is verlopen.

Presentatie of verslag

17 Je kunt (met hulp) een verslag maken van een onderzoek.
18 Je kunt een presentatie geven.

Register

20-wekenecho 66

A

aanranding 41
abiotische factoren 182
abortus 51
afvaleter 191
aids 53
albino 123
alleseter 190
anticonceptiemiddel 48
anticonceptiepil 50
anticonceptiepleister 78
anticonceptiestaafje 78
aseksueel 38

B

baarmoeder 19
balzak 28
bedreigd 209
beschrijvend onderzoek 250
bevalling 82
bevruchting 62
bijballen 29
bijvangst 247
binnenste schaamlippen 19
biodiversiteit 209
biologisch afbreekbaar 192
biologisch evenwicht 200
biologische landbouw 247
biomassa 227
biotechnologie 162
biotische factoren 182
biseksueel 38
blauwalg 220
bodemprofiel 254
bodemvervuiling 218
broeikaseffect 219
broeikasgassen 219
buitenste schaamlippen 19

C

celdeling 104
chlamydia 53
chromosoom 104
chromosomenpaar 113
clitoris 19
clitoriseikel 19
clitorishoed 19
coïtus interruptus 49
combinatietest 65
concurrentie 201
condoom 49
consument 191
consument van de eerste orde 191
consument van de tweede orde 191
crispr-cas 163

D

DNA 104
DNA-test 165
dochtercel 104
droogte 221
duurzaamheid 227
duurzame energie 227
dwarsligging 83

E

echo 65
ecologie 182
ecosysteem 183
eicel 19
eierstokken 19
eikel 29
eileider 19
eisprong 19
eiwitten 159
embryo 64
erectie 29
evolutie 132
evolutietheorie 132

F

fenotype 105
foetus 64
fossiele brandstof 218
fossiel 143

G

gastheer 202
geboorteregeling 48
geestelijk 10
gen 105
gender 39
genderdysforie 39
gene editing 163
genetische modificatie 162
genotype 105
gentherapie 164
geologische tijdschaal 144
geslacht 8, 39
geslachtscel 114
geslachtschromosoom 115
geslachtsgemeenschap 30
geslachtskenmerk 8
geslachtsziekte 52
gif 218
glastuinbouw 246
grenzen 40
grondstof 218

H

hergebruik 228
herintroductie 210
heteroseksueel 38
hiv 53
hiv-remmer 53
homoseksueel 38
hormoon 22
hormoonspiraaltje 79
hypofyse 22

I

incest 41
individu 182
innesteling 63
intensieve veehouderij 246
intersekse 8
intimiteit 37
isolatie 134

K

kanker 124
keizersnede 83
klaarkomen 37
klimaatverandering 220
koolstofdioxide 190
koperspiraaltje 79
kringloop 191
kringlooplandbouw 229
kunstmest 246

L

landbouw 245
lesbisch 38
levensgemeenschap 183
lichaamscel 104

lichamelijke verandering 9
loverboy..... 41
luchtvervuiling 218
lustbeleving 37

M

maagdenvlies..... 20
maandverband..... 21
masturbatie 37
menstruatie 20
menstruatiecup 21
menstruatiecyclus 22
mestoverschot 246
milieu 182
milieuproblemen..... 218
mineralen 191
moederkoek..... 64
monocultuur 245
morning-afterpil 51
mutagene invloed 124
mutant..... 123
mutatie..... 123
muteren 123

N

nageboorte 83
natuurbeheer 210
natuurlijke selectie..... 133
navel 83
navelstreng..... 64
niet-biologisch afbreekbaar 192
NIPT..... 66
niveau 182
nuvaRing..... 78

O

onderbroken geslachtsgemeenschap..49
ongesteld..... 20
ongewenste intimiteiten 41
ontsluiting 82
organische mest..... 246
orgasme..... 37
overbevissing..... 247
overgang..... 22
overlevingskans 133
overtijd 51
ovulatie 19

P

paarvorming 201
panseksueel 38
parasiet 202
parasitisme..... 202
penis 29
periodieke onthouding 49
persweeën 82
pil..... 50
placenta..... 64
planteneter 189
populatie 183
populatiegrootte 200
porno..... 38
pornografie 38
precisielandbouw..... 228
prenataal onderzoek..... 65
pretecho 66
prikpil..... 78
primair geslachtskenmerk..... 8
producent 190
prostaat 29
puberteit..... 8

R

rangorde 201
recombinant-DNA-technieken 162
recycling 228
reducent 191

S

samenwerking..... 201
schakel 189
secundair geslachtskenmerk..... 9
sekse..... 8
seksualiteit..... 37
seksueel geweld..... 41
seksueel grensoverschrijdend gedrag 41
seksueel overdraagbare aandoening ..52
seropositief..... 53
soa 52
soa-test 52
sperma 29
spermacel..... 28
spiraaltje 79
sterilisatie..... 79
stijging van de zeespiegel..... 220
stikstof 218
strooisel 255
stuitligging..... 83
symbiose 202

T

tampon 21
teelbal 28
territorium 201
transgeen..... 162
transgender 39
tumor..... 124

U

uitdrijving 82
uitputting..... 218
uitsterven 209
uitzaaiing..... 124

V

vagina..... 19
variatie in genotypen..... 123
verkrachting..... 41
versterkt broeikaseffect..... 220
vervuiling..... 218
verwantschap..... 147
visserij..... 247
visteelt..... 247
vleeseter..... 189
voedselketen 189
voedselweb..... 190
voorbehoedsmiddel 38
voorhuid 29
voortplanting 38
vrouwencondoom..... 79
vruchtvliezen 64
vruchtwater..... 64
vulva..... 19

W

watervervuiling 219
weeën..... 82
wensen..... 40

Z

zaadblaasje 29
zaadcel..... 28
zaadleider..... 29
zaadlozing 30
zelfbevrediging 37
zweepstaart 30
zwellichaam..... 29

Colofon

ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving

Crius Group

ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

AUTEURS

Arteunis Bos

Nicolien Dijkstra

Michiel Kelder

Judith Korhorn

Rob Melchers

MET MEDEWERKING VAN

Arthur Jansen

Onno Kalverda

Hans Rawee

BUREAUREDACTIE

Ivonne Hermens

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, Albert Ziganshin: blz. 128 (9); 123RF, daniel vincek: blz. 132 (1.2); 123RF, Eric Isselee: blz. 132 (1.1, 1.3); 123RF, Ferenczi Gyorgy: blz. 160 (3.3); 123RF, Hongqi Zhang: blz. 123 (3); 123RF, Ivonne Wierink: blz. 225; 123RF, kostudio: blz. 123 (3); 123RF, kuco: blz. 160 (3.1-3.2); 123RF, Leung Cho Pan: blz. 123 (3); 123RF, nyul: blz. 123 (3); 123RF, pedarilhos: blz. 226; 123RF, piksel: blz. 160 (2); 123RF, Robert Eastman: blz. 132 (1.4); 123RF, Serhiy Kobyakov: blz. 104 (2); 123RF, Suzanne Tucker: blz. 123 (3); 123RF, szefei: blz. 123 (3); 123RF, videowokart: blz. 132 (1.5); 123RF, vitalinka: blz. 186 (7); ANP Foto, Amsterdam, AFP PHOTO/AQUABOUNTY TECHNOLOGIES, INC./BARRETT & MACKAY: blz. 166; ANP Foto, Den Haag, Dennis Kunkel Microscopy / Science Photo Library: blz. 31 (5); ANP Foto, Den Haag, Dr Morley Read / Science Photo Library: blz. 202 (5.3); ANP Foto, Den Haag, Dr. G. Moscoso / Science Photo Library: blz. 65 (5.2); ANP Foto, Den Haag, Edelmann / Science Photo Library: blz. 65 (5.3), 65 (5.1); ANP Foto, Den Haag, Eye of Science / Science Photo Library: blz. 31 (6), 35 (8), 202 (4); ANP Foto, Den Haag, Fotobureau Dijkstra: blz. 228 (2.2); ANP Foto, Den Haag, Gary Parker / Science Photo Library: blz. 93; ANP Foto, Den Haag, Harm Meter / Novum Regio Foto: blz. 124 (5); ANP Foto, Den Haag, Javier Larrea / AGE fotostock: blz. 124 (5); ANP Foto, Den Haag, Koen Suyk: blz. 228 (2.1), 229 (4.2), 245 (1.1); ANP Foto, Den Haag, L. Willatt, East Anglian Regional Geneticsservices / Science Photo Library: blz. 113, 115 (4.1); ANP Foto, Den Haag, Mauro Fermariello / Science Photo Library: blz. 69 (8); ANP Foto, Den Haag, Neil Bromhall / Science Photo Library: blz. 65 (5.4); ANP Foto, Den Haag, Nils van Houts: blz. 227 (1.1); ANP Foto, Den Haag, Science Picture Library: blz. 19; ANP Foto, Den Haag, Sovereign, ISM / Science Photo Library: blz. 115 (4.2); ANP Foto, Den Haag, Thomas Fredberg / Science Photo Library: blz. 36; Aquaculture Stewardship Council, Utrecht: blz. 230; Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 139, 150 (10.1), 182, 189 (1), 192 (5); COC Nederland, Amsterdam: blz. 39, 74 (1.1), 75; Corbis via Getty Images: blz. 111; Dierenbescherming, Den Haag: blz. 230; Diomedia, Yorgos Nikas: blz. 63 (2.1); Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 10, 12, 18 (2), 20 (4), 21 (7.3), 24, 25 (12), 26, 55, 67, 69 (9), 72, 85 (5), 87 (1), 88, 89, 90 (4.2), 91, 104 (2), 106 (40), 108, 118, 119, 130, 131, 134, 141 (11), 148, 149 (9), 150 (10.2), 153, 157, 159, 161, 172, 190, 193 (7), 195 (10), 199, 200 (1.2-1.3), 204, 206 (9), 208, 209, 217 (1), 220 (6), 222, 231, 232, 241, 242, 244, 253, 257, 259, 269; Flood Maps - Firetree.net, ©2005, Alex Tingle: blz. 221; FLPA / Nature in Stock, Hillegom, Nigel Cattlin: blz. 248 (6.2); Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: blz. 56 (12.2, 12.4, 12.6); Getty Images, Henry Guttmann Collection / Hulton Archive: blz. 128 (8); Getty Images, Paul Oomen: blz. 227 (1.2); Getty Images, Wally Eberhart: blz. 254; Hans Oostrum Fotografie, Den Haag: blz. 18 (1), 28 (1); Henk van der Vrande: blz. 48 (2), 79 (5.2), 114 (3); Hollandse Hoogte, Den Haag, C. Barton van Flymen: blz. 228 (2.3); Hollandse Hoogte, Den Haag, Co de Kruijf: blz. 245 (1.3); Hollandse Hoogte, Den Haag, Frank Muller / Zorginbeeld: blz. 141 (12); Hollandse Hoogte, Den Haag, Martijn Beekman: blz. 46 (9); Hollandse Hoogte, Den Haag, Michiel Wijnbergh: blz. 220 (7); Hollandse Hoogte, Den Haag, Thomas Schlijper: blz. 52 (9.1); Imageselect, Wassenaar, BSIP SA / Alamy: blz. 8; Imageselect, Wassenaar, Digfoto / ImageBroker: blz. 124 (5); Imageselect, Wassenaar, Friedrich Stark / Alamy: blz. 123 (4.2); Imageselect, Wassenaar, Katja Kircher: blz. 187; Imageselect, Wassenaar: blz. 78 (2.1); Isagani Serrano / CPS: blz. 163 (1.4); iStockphoto, Bojan Vujicic: blz. 27; Jacob van den Borne, Reusel: blz. 228 (3); Marine Stewardship Council International, Londen: blz. 230; Medical Visuals Maartje Kunen: blz. 9, 85 (6), 105; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 49 (3), 50 (5, 7), 165, 247 (5), 252, 256, 258, 260; Milieucentraal / Shutterstock: blz. 229 (4.1); naar: Compendium voor de Leefomgeving, https://www.clo.nl/en/node/30721: blz. 210; Rainforest Alliance, Amsterdam: blz. 230; Roel Burgler, Amsterdam: blz. 73; Shutterstock , EcoPrint: blz. 205; Shutterstock, Johannes Rigg: blz. 214 (7.1); Shutterstock, addimage: blz. 193 (8); Shutterstock, Aerovista Luchtfotografie: blz. 183; Shutterstock, Air Images: blz. 273; Shutterstock, Alexandre Rotenberg: blz. 247 (4.2); Shutterstock, Alexmalexra: blz. 21 (6); Shutterstock, Alicia G. Monedero: blz. 272; Shutterstock, Allosaurus: blz. 154; Shutterstock, Als een Rode Lap - Elco: blz. 211 (4.4); Shutterstock, Andreas Wolochow: blz. 143 (1.2); Shutterstock, andrekoehn: blz. 236; Shutterstock, Anibal Trejo: blz. 186 (6); Shutterstock, Anton Havelaar: blz. 245 (1.2); Shutterstock, ArtMediaFactory: blz. 15 (8); Shutterstock, Bildagentur Zoonar GmbH: blz. 133 (3.2); Shutterstock, BlackMac: blz. 149 (8); Shutterstock, blueRing_tony: blz. 109

(7); Shutterstock, Borislav Borisov: blz. 213 (5); Shutterstock, Burlingham: blz. 11 (5.1); Shutterstock, Caftor: blz. 40; Shutterstock, CapturePB: blz. 109 (6.1); Shutterstock, ChiccoDodiFC: blz. 164 (2.2); Shutterstock, Christine Bird: blz. 206 (10); Shutterstock, CP DC Press: blz. 120; Shutterstock, crbellette: blz. 133 (4); Shutterstock, Creative Family: blz. 77 (3.2); Shutterstock, Daisy Daisy: blz. 273; Shutterstock, Datenschutz-Stockfoto: blz. 213 (6); Shutterstock, DexonDee: blz. 214 (7.2); Shutterstock, DM7: blz. 146 (5), 151 (12.3); Shutterstock, Dotted Yeti: blz. 152; Shutterstock, DutchScenery: blz. 245 (2); Shutterstock, East: blz. 163 (1.2); Shutterstock, Elena Dijour: blz. 127, 132 (2.1); Shutterstock, Elle Arden Images: blz. 146 (5); Shutterstock, Emilio100: blz. 202 (5.2); Shutterstock, Enna8982: blz. 138 (7); Shutterstock, Eric Isselee: blz. 147, 151 (11), 175; Shutterstock, Erik Mandre: blz. 216; Shutterstock, ESB Professional: blz. 38 (2); Shutterstock, flaviano fabrizi: blz. 203; Shutterstock, Fortgens Photography: blz. 217 (2.1); Shutterstock, Foto Mous: blz. 123 (4.3); Shutterstock, Fotos593: blz. 79 (3); Shutterstock, Frank Reiser: blz. 186 (5); Shutterstock, Grey Carnation: blz. 59; Shutterstock, h2ojs: blz. 51; Shutterstock, Image Point Fr: blz. 78 (2.2); Shutterstock, images72: blz. 132 (2.2); Shutterstock, Irene Libano: blz. 163 (1.1); Shutterstock, Jaap Posthumus: blz. 246; Shutterstock, Jacob Lund: blz. 11 (5.2); Shutterstock, JaySi: blz. 272-273; Shutterstock, Jez Bennett: blz. 201 (2); Shutterstock, Josep Curto: blz. 192 (6.1); Shutterstock, JPC-PROD: blz. 79 (4.1); Shutterstock, Kaentian Street: blz. 219 (4.1); Shutterstock, kamomeem: blz. 219 (4.3); Shutterstock, Kanittha Boon: blz. 195 (9.2); Shutterstock, Karl Nesh: blz. 52 (9.2); Shutterstock, Khosro: blz. 15 (9); Shutterstock, kipgodi: blz. 11 (5.3); Shutterstock, Kjuuurs: blz. 71; Shutterstock, Koy_Hipster: blz. 49 (4.1); Shutterstock, kryzhov: blz. 272; Shutterstock, L. Henning Buchholz: blz. 109 (6.2); Shutterstock, lauramntg: blz. 79 (4.2), 86; Shutterstock, Linda Bucklin: blz. 151 (12.2); Shutterstock, Lucia L: blz. 248 (6.1); Shutterstock, MaartenGR: blz. 198; Shutterstock, Marian Fil: blz. 13; Shutterstock, Marina Lohrbach: blz. 219 (5); Shutterstock, Mark Brandon: blz. 132 (2.3), 143 (1.3); Shutterstock, Martin Pelanek: blz. 133 (3.3); Shutterstock, Melinda Fawver: blz. 202 (4); Shutterstock, mentatdgt: blz. 169; Shutterstock, Merlin74: blz. 143 (1.1); Shutterstock, Mikadun: blz. 219 (4.2); Shutterstock, Mironmax Studio: blz. 214 (8); Shutterstock, MJTH: blz. 38 (1); Shutterstock, Monkey Business Images: blz. 112, 117; Shutterstock, nelik: blz. 175; Shutterstock, Nick Stubbs: blz. 90 (4.1); Shutterstock, Nikola972: blz. 184; Shutterstock, ohmmzz: blz. 77 (3.1); Shutterstock, OSTILL is Franck Camhi: blz. 122 (2); Shutterstock, P. Engelen: blz. 197; Shutterstock, pikselstock: blz. 104 (1); Shutterstock, PJ photography: blz. 239; Shutterstock, PK Studio: blz. 155 (3); Shutterstock, Ralf Juergen Kraft: blz. 146 (5), 151 (12.1); Shutterstock, Randy van Domselaar: blz. 215; Shutterstock, Ray Hennessy: blz. 133 (3.1); Shutterstock, Rich Carey: blz. 185, 195 (9.1); Shutterstock, Robert Kneschke: blz. 122 (2); Shutterstock, Robert Nyholm: blz. 74 (1.2); Shutterstock, robert_s: blz. 240 (1); Shutterstock, Rocketclips, Inc.: blz. 56 (12.3); Shutterstock, Rosa Jay: blz. 151 (11); Shutterstock, Rudmer Zwerver: blz. 175; Shutterstock, Ruud Morijn Photographer: blz. 211 (4.1); Shutterstock, Sergei25: blz. 201 (3); Shutterstock, Sergey Podlesnov: blz. 140; Shutterstock, Sergey Uryadnikov: blz. 46 (8); Shutterstock, ShadeDesign: blz. 164 (2.3); Shutterstock, Sherry Yates Young: blz. 60; Shutterstock, sichkarenko.com: blz. 123 (4.1); Shutterstock, Sigma_S: blz. 35 (9); Shutterstock, Silvia Truessel: blz. 164 (2.1); Shutterstock, slyellow: blz. 87 (3); Shutterstock, Studio 1a Photography: blz. 247 (4.1); Shutterstock, Suzanne Tucker: blz. 66 (6.1); Shutterstock, SV34D: blz. 211 (4.2); Shutterstock, Sven Hoppe: blz. 48 (1); Shutterstock, testing: blz. 218; Shutterstock, Thy: blz. 163 (1.3); Shutterstock, Tomasz Klejdysz: blz. 202 (5.1); Shutterstock, travelcamera: blz. 192 (6.2); Shutterstock, Valentyna Chukhlyebova: blz. 151 (12.4); Shutterstock, Vitaly Titov: blz. 151 (11); Shutterstock, WAYHOME studio: blz. 56 (12.1, 12.5); Shutterstock, whitetherock photo: blz. 66 (6.2); Shutterstock, Ysbrand Cosijn: blz. 211 (4.3); Shutterstock, zlikovec: blz. 217 (2.2); Shutterstock, Zurijeta: blz. 122 (2); Shutterstock, Zvereva Yana: blz. 106 (4b); Skal Bio Controle, Zwolle: blz. 230; Stephan Timmers / Total Shot Productions: blz. 234; Stichting Demeter, Driebergen: blz. 230; Stichting EKO-keurmerk, Ede: blz. 230; Stichting Max Havelaar, Utrecht: blz. 230; Teun Berserik, Den Haag: blz. 107, 243; Thinkstock: blz. 124 (5); Tim Piper / wearepiro.com: blz. 16; Voermans van Bree Fotografie, Arnhem: blz. 41, 50 (6); Wikimedia Commons, Ishihara_9: blz. 155 (2); Wikimedia Commons: blz. 87 (2); Wim R. Euverman, Utrecht: blz. 146 (5), 183; ZorginBeeld.nl, Frank Muller: blz. 78 (1)

Omslag: Getty Images

ISBN 978 94 020 6490 2

Release 2020, eerste oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp).

Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg, 's-Hertogenbosch

Ondanks vele inspanningen is het de uitgever misschien niet gelukt alle rechthebbenden te achterhalen. Wie denkt rechthebbende te zijn, kan zich wenden tot de uitgever.

MAX

Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.

Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.

Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels

AUTEURS

Arteunis Bos
Nicolien Dijkstra
Michiel Kelder
Judith Korhorn
Rob Melchers

MET MEDEWERKING VAN

Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee

ISBN 978 94 020 6490 2

9 789402 064902

593604

MALMBERG